

# **АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ**

**издание 5-е, переработанное и дополненное**

**Под редакцией академиков РАСХН  
А. Л. Иванова, К. Н. Кулика**

**Волгоград\*ВНИАЛМИ\*2006**

Агролесомелиорация, изд. 5-е, перераб. и доп. / под ред. академиков РАСХН А. Л. Иванова и К. Н. Кулика; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 2006. – 746 с.

В книге даются теоретические основы защитного лесоразведения; приводятся агролесомелиоративное районирование территории и ассортимент деревьев и кустарников по каждому району; рассматриваются закономерности эрозионно-гидрологического процесса, природа пыльных бурь; анализируются данные по распространению эрозии, дефляции, опустынивания территорий, обосновываются системы противодеградационных мероприятий средствами мелиорации; излагается новое направление в агролесомелиорации – агролесомелиоративное картографирование и ландшафтное планирование на основе аэрокосмических методов исследования; анализируется роль массивного лесоразведения, широких государственных лесополос, водоохраных и других лесонасаждений; приводится система машин и технологий создания ЗЛН. Освещаются вопросы экономики, планирования, организации работ по защитному лесоразведению и проблемы озеленения населенных пунктов.

The book includes theoretical principles of protective foresting; agroforestry-melioration zoning of the territory and trees and shrubs assortment for every region are given; regularities of erosion-hydrological process, dust storms nature are considered; data on the spreading of erosion, deflation, desertification all over a territory are analysed; systems of anti-degradation measures by means of reclamation are grounded; new trend in agroforest melioration – agroforest-meliorative drawing a map and landscape planning on the basis of remote sensing research methods – is got across; a role of massive afforestation, the State wide forest belts, water-protective and other forestations is analysed; the system of machines and technologies for creating the protective forestations are given. Problems of the economics, planning, organizing work for protective forest breeding are expounded; a matter of tree planting in settlements is highlighted.

**Авторский коллектив:** Л. И. Абакумова, А. Т. Барабанов, М. Н. Белицкая, О. Н. Белицкая, Ю. И. Васильев, Е. А. Гаршинев, В. И. Ерусалимский, Ю. М. Жданов, Н. С. Зюзь, И. Г. Зыков, А. Л. Иванов, Б. А. Исупов, А. Н. Каштанов, С. А. Корпушов, В. В. Кравцов, В. М. Кретицин, Е. А. Крюкова, С. Н. Крючков, К. Н. Кулик, Н. Ф. Кулик, Е. А. Литвинов, Н. Т. Макарычев, З. И. Маланина, А. С. Манаенков, Е. С. Павловский, В. Я. Панков, В. И. Петров, П. Н. Проездов, А. С. Рулев, А. Н. Сажин, И. П. Свинцов, А. В. Семенютина, А. М. Степанов, А. Г. Терюков, В. Н. Хорошавин, В. Д. Шульга, Л. Б. Щербакова, В. Г. Юферев.

ISBN 5-900761-42-8

## В ПОМОЩЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЮ

Издание снабжено глоссарием и списком латинских названий растений. Сокращенные названия единиц измерения даны в соответствии с Международной системой единиц (СИ). Сокращения отдельных слов и словосочетаний приведены ниже.

### ОСНОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АГЛОС – агролесомелиоративная опытная станция	ГР – гидрологический режим
АзербНИИЛХА – Азербайджанский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации	ГС – гидрографическая сеть
АКФ – аэрокосмическая фотоинформация	ГСМ – горюче-смазочные материалы
АКХ – Академия коммунального хозяйства	ГТК – гидротермический коэффициент
АЛМР – агролесомелиоративный район	ДАО – деструктивная область
АОЗТ – акционерное общество закрытого типа	ДК – дефляционная котловина
АП – аридный пояс	ЕКО – единая цифровая картографическая основа
АРМ – автоматизированное рабочее место	ЕТР – европейская территория России
АФС – аэрофотоснимок	ЕЧ – европейская часть
АЧ – азиатская часть	ЗАО – закрытое акционерное общество
БД – база данных	ЗВ – полость с заземленным воздухом
БелНИИЛХ – Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства	ЗЛН – защитные лесные насаждения
ВАП – внутриагрегатные поры	ИГ – Институт географии РАН
ВЗ – влажность завядания	ИД – индекс деградации
ВНИАЛМИ – Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации	ИКИ – изотерма капиллярного испарения
ВНИИЖТ – Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта	КазНИИЛХА – Казахский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации (ныне Центр по лесному хозяйству Казахстана)
ВНИИЛМ – Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства	КК – капиллярная кайма
ВОВ – Великая Отечественная война	КМА – Курская магнитная аномалия
ВОМ – вал отбора мощности	КФС – космофотоснимок
ВРК – влажность разрыва капиллярной связи	КФХ – крестьянско-фермерское хозяйство
ГБС АН РФ – Главный Ботанический сад Академии наук Российской Федерации	ЛенНИИЛХ – Ленинградский научно-исследовательский институт лесного хозяйства (ныне СПбНИИЛХ)
ГВ – грунтовые воды	ЛЗС – лесозащитная станция
ГЗЛП – государственная защитная лесная полоса	ЛМВ – лесомелиоративный выдел
ГИС – географическая информационная система	ЛМК – лесомелиоративная категория
ГК – географическая культура	ЛМТ – лесомелиоративный тип
ГОСТ – государственный стандарт	ЛСП – лесосеменная плантация
ГП – гидрологический процесс	ЛТ – линия тока
	ЛЭ – ледяной экран
	МАП – межагрегатные поры
	МГ – максимальная гигроскопичность
	МГВ – минерализация грунтовых вод
	МСХ – Министерство сельского хозяйства
	Н – проектная высота лесной полосы
	НВ – наименьшая влагоемкость
	НКПС – Народный Комиссариат путей сообщения
	НПДБО – национальная программа дей-

ствий по борьбе с опустыниванием  
ОПХ – опытное хозяйство  
ПВ – полная влагоемкость  
ПГП – потери годичной продуктивности  
ПДК – предельно допустимая концентрация  
ПЗЛП – полезащитная лесная полоса  
ПИБС – противозерозионная инженерно-биологическая система  
ПКиО – парк культуры и отдыха  
ПЛП – продольная лесная полоса  
ПЛСБ – постоянная лесосеменная база  
ПТК – природно-территориальный комплекс  
ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина  
ПЭЛМ – противозерозионная лесомелиорация  
ПЭМ – противозерозионное мероприятие  
САПР – система автоматизированного проектирования  
СЗЗ – санитарно-защитной зоны  
СЗЛП – сажозащитная лесная полоса  
СЛП – стокорегулирующая лесополоса  
СМП – сплошная менисковая пленка  
СНГ – Содружество Независимых Государств  
СПК – сельский производственный кооператив  
СредазНИИЛХ – Среднеазиатский научно-исследовательский институт лесного хозяйства (ныне УзбНИИЛХ)

СУБД – система управления базами данных  
СЦМР – структурно-цифровая модель рельефа  
ТМ – тяжелые металлы  
УГВ – уровень грунтовых вод  
УкрНИИЛХА – Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации  
ЦК – цифровая электронная карта  
ЦМП – Центр международных проектов  
ЦМР – цифровая модель рельефа  
ЦОКБлесхозмаш – Центральное опытно-конструкторское бюро лесохозяйственного машиностроения  
ЦЧП – Центрально-Черноземная полоса  
ЩДВ – школа длительного выращивания  
ЭАП – эрозионно-аккумулятивный процесс  
ЭВМ – электронно-вычислительная машина  
ЭГП – эрозионно-гидрологический процесс  
ЭК – электронная карта  
ЭКАТ – экологический каркас агротерритории  
ЭП – эрозионный процесс  
ЭПЧ – элементарные почвенные частицы  
ЭХФ – эколого-хозяйственные факторы  
ЮНЕП (UNEP) – Программа ООН по окружающей среде  
НРР – проектная высота лесонасаждения  
LMP – размер межполосного расстояния  
ZOH – параметр шероховатости поверхности полей севооборота



## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	15
<b>1. Защитное лесоразведение в РФ</b> .....	18
<b>2. Защитное лесоразведение в зарубежных странах</b> .....	26
2.1. Защитное лесоразведение в странах Западной Европы и СНГ	26
2.2. Защитное лесоразведение в странах Азии и Африки.....	31
2.3. Защитное лесоразведение в США и Канаде.....	34
2.4. Защитное лесоразведение в странах Латинской Америки...	36
2.5. Защитное лесоразведение в Австралии и островных странах.	37
<b>3. Теоретические основы защитного лесоразведения</b> .....	39
3.1. Теоретические и методологические основы агролесомелиорации.....	39
3.1.1. Системы и модели.....	40
3.1.2. Особенности объекта и методологии лесомелиоративных исследований.....	42
3.2. Неблагоприятные природные условия, их характеристика....	45
3.3. Экологическая роль защитных насаждений.....	51
3.3.1. Защитные лесные насаждения в экологическом каркасе территории.....	51
3.3.2. Биоценотическое значение лесонасаждений.....	54
3.4. Теоретическое обоснование противодефляционной и противоэрозионной роли защитных лесонасаждений.....	60
3.4.1. Научные основы противодефляционной роли ЗЛН.....	60
3.4.2. Научные основы противоэрозионной роли ЗЛН.....	65
3.5. Роль ЗЛН в укреплении берегов рек, водохранилищ, оврагов и балок.....	72
3.6. Природоохранные и социальные аспекты защитного лесоразведения.....	73
3.7. Фауна и флора лесоаграрных ландшафтов.....	77
3.8. Системы защитных лесонасаждений, защищённость территории, оптимальная лесистость.....	83

3.9. Развитие научных исследований в области агролесомелиорации.....	86
<b>4. Агролесомелиоративное районирование Российской Федерации.....</b>	<b>93</b>
4.1. Агролесомелиоративные районы РФ.....	93
4.2. Ассортимент деревьев и кустарников по АЛМР.....	102
4.2.1. Основные принципы подбора деревьев и кустарников	102
4.2.2. Биоэкологическая характеристика древесных видов и пути повышения их жизнеспособности в экстремальных условиях выращивания.....	105
<b>5. Эрозия почвы и меры борьбы с ней.....</b>	<b>112</b>
5.1. Общие сведения об эрозии.....	112
5.2. Закономерности проявления эрозионно-аккумулятивного процесса.....	116
5.2.1. Формирование поверхностного стока талых вод.....	116
5.2.2. Характеристика стока на целине, зяби и уплотненной пашне.....	122
5.3. Древняя эрозия.....	129
5.4. Современная (антропогенная) эрозия.....	134
5.5. Комплекс мероприятий по защите почв от эрозии.....	136
5.5.1. Общая характеристика противоэрозионных приемов...	136
5.5.2. Почвозащитная организация территории и севообороты.	138
5.5.3. Лесомелиоративные мероприятия.....	140
5.5.3.1. Стокорегулирующие полосы.....	140
5.5.3.2. Прибалочные и приовражные лесные полосы и насаждения на землях гидрографической сети.....	148
5.5.3.3. Коренная мелиорация земель.....	151
5.5.4. Агротехнические противоэрозионные мероприятия и почвозащитные технологии возделывания сельхозкультур.....	153
5.5.5. Лугомелиоративные мероприятия.....	157
5.5.6. Гидротехнические мероприятия и сооружения на пашне	157
5.5.7. Новые почвозащитные способы и приемы.....	158
5.5.8. Система почвозащитных мероприятий.....	160
5.5.9. Защитные лесонасаждения на горных склонах.....	164
<b>6. Дефляция почвы и меры борьбы с ней.....</b>	<b>173</b>
6.1. Общие сведения о дефляции и ее природе.....	173
6.2. Вред, наносимый дефляцией народному хозяйству и биосфере в целом.....	175
6.3. Допустимый предел дефляции.....	176

6.4. Классификации почв по степени их эродлируемости ветром, эродированности и степени погребенности золовым материалом.....	176
6.5. Критические скорости ветра и их зависимость от физико-химических свойств почв.....	180
6.6. Эродлируемость почв и факторы, ее определяющие.....	181
6.7. Почвенно-климатический потенциал дефляции и методы его расчета.....	184
6.8. Пыльные бури, их классификация, причины возникновения.	187
6.9. Пыльные бури и рельеф.....	197
6.10. Пыльные бури и почвы, растительность.....	199
6.11. Пылесборная площадь и роль ее в развитии дефляционных процессов.....	200
6.12. Меры борьбы с пыльными бурями.....	201
6.12.1. Агротехнические противодефляционные мероприятия	201
6.12.2. Химические методы защиты почв от дефляции.....	205
6.12.3. Агролесомелиорация как универсальная система защиты почв и сельскохозяйственных культур от дефляции....	205
6.12.3.1. Эффективность систем лесных полос в борьбе с дефляцией почв.....	206
6.12.3.2. Роль конструкции лесных полос в формировании почвозащитных свойств лесных полос.....	208
6.12.3.3. Эффективность лесных полос в комплексе почвозащитных мероприятий.....	210
6.13. Методика определения допустимых расстояний между лесными полосами в разных условиях проявления дефляции.....	215
6.14. Сочетание лесомелиоративных и агротехнических мер защиты почв от дефляции.....	217
<b>7. Опустынивание, пески, их закрепление и хозяйственное освоение.....</b>	<b>219</b>
7.1. Опустынивание в мире и России.....	219
7.1.1. Понятия, термины, методические положения оценки опустынивания.....	221
7.1.1.1. Факторы и оценки опустынивания.....	223
7.1.1.2. Картографирование опустынивания.....	225
7.1.2. География опустынивания.....	227
7.1.2.1. География суммарного опустынивания.....	227
7.1.2.2. География форм опустынивания.....	232

7.1.3. Опустынивание основных видов сельскохозяйственных угодий.....	236
7.1.3.1. Опустынивание пашни.....	237
7.1.3.2. Опустынивание пастбищ.....	239
7.1.3.3. Опустынивание сенокосов.....	240
7.1.4. Динамика опустынивания.....	241
7.1.5. Последствия опустынивания.....	243
7.1.6. Текущие действия по борьбе с опустыниванием.....	246
7.2. Природные свойства песков.....	248
7.2.1. Происхождение песков, основные генетические типы, формы рельефа песчаных отложений.....	253
7.2.2. Почвенный покров песчаных массивов.....	258
7.2.3. Водно-физические свойства, водный баланс песчаных почв, грунтовые воды, расход воды на транспирацию.....	264
7.2.4. Растительность песков.....	278
7.2.5. Организация песчаной территории, формы хозяйственного использования песков.....	281
7.3. Закрепление песков.....	288
7.3.1. Научные основы закрепления песков.....	289
7.3.2. Приемы и эффективность фитомелиорации открытых песков на юге России.....	295
7.3.3. Фитомелиорация крупных очагов современного опустынивания легких почв на пастбищах Прикаспия.....	302
7.4. Лесоразведение на песках.....	310
<b>8. Полезащитное лесоразведение.....</b>	<b>323</b>
8.1. Полезащитное лесоразведение на неорошаемых землях.....	323
8.1.1. Научные основы проектирования ПЗЛП на землях, подверженных дефляции.....	323
8.1.2. Понятия "конструкция" и "система" ПЗЛП.....	325
8.1.3. Особенности микроклиматических условий в зоне действия лесных полос.....	333
8.1.4. Влияние ЗЛН на урожайность сельскохозяйственных культур.....	336
8.1.5. Дифференцированная технология возделывания сельскохозяйственных культур на межполосных полях.....	337
8.1.6. Влияние лесных полос на качество сельхозпродукции.....	339
8.1.7. Гидрологическая роль ЗЛН.....	340
8.1.8. Агролесомелиорация почв.....	340

8.1.9. Технологии создания ПЗЛП.....	341
8.1.10. Мелиорация засоленных почв.....	345
8.1.11. Способы создания, густота посадки (посева) насаждений.....	350
8.1.12. Ассортимент деревьев и кустарников.....	351
8.1.13. Главные и сопутствующие древесные породы.....	352
8.1.14. Чистые и смешанные насаждения. Схемы смешения пород.....	352
8.1.15. Применение кустарников в ПЗЛП.....	353
8.1.16. Основные периоды роста и формирование насаждений	353
8.1.17. Взаимоотношение пород в насаждении по мере роста	354
8.1.18. Уход за ПЗЛП .....	357
8.1.19. Вредители и болезни ЗЛН и меры борьбы с ними.....	364
8.1.19.1. Вредители древесных и кустарниковых пород.....	366
8.1.19.2. Болезни древесных и кустарниковых пород.....	370
8.1.20. Естественная и возобновительная спелость насаждений	374
8.1.21. Реконструкция ПЗЛП.....	375
8.1.22. Садозащитные лесные полосы (СЗЛП).....	377
8.2. Полезащитное лесоразведение на орошаемых землях.....	384
8.2.1. Назначение насаждений, основные их виды.....	385
8.2.2. Размещение лесных полос на орошаемых землях.....	385
8.2.3. Гидрологическое значение ЗЛН и мелиоративное состояние орошаемых земель.....	393
8.2.4. Почвозащитная роль лесных полос в условиях орошения	396
8.2.5. Особенности микроклимата поливных полей под защитой ЗЛН. Урожайность сельхозкультур.....	401
8.2.6. Породный состав и схемы смешения при создании ЗЛН	404
8.2.7. Технология выращивания лесных полос.....	405
8.2.8. Рост и состояние ЗЛН.....	410
8.3. Полезащитное лесоразведение на осушенных землях.....	412
<b>9. Защитные лесонасаждения на пастбищах.....</b>	<b>416</b>
9.1. Фитомелиоративные характеристики и классификация пастбищ.....	416
9.2. Виды лесных насаждений, их назначение и технологии создания.....	417
9.2.1. Пастбищезащитные лесные полосы.....	418
9.2.2. Мелиоративно-кормовые насаждения.....	420
9.2.3. Древесные зонты.....	423
9.2.4. Прифермские и прикошарные насаждения.....	428

9.2.5. Затишковые насаждения.....	429
9.3. Ассортимент деревьев и кустарников в насаждениях на пастбищах аридной зоны.....	429
9.4. Микроклимат и продуктивность лесопастбищ.....	430
9.5. Лесохозяйственные мероприятия повышения устойчивости и долговечности насаждений на пастбищах.....	436
<b>10. Государственные защитные лесные полосы – часть системы защитных лесных насаждений.....</b>	<b>438</b>
<b>11. Водоохранные леса и лесные насаждения.....</b>	<b>455</b>
11.1. Мелиоративная роль водоохранных лесов.....	455
11.2. Экологическое обоснование мер ведения лесного хозяйства в водоохранных лесах пойм.....	459
11.2.1. Дендрохронологический и дендроклиматический анализ состояния лесов.....	459
11.2.2. Причины гибели низкобонитетных естественных и искусственных водоохранных лесов на мелких почвах.....	460
11.2.3. Влияние изменения химического состава почв и грунтовых вод на состав лесов и рост главных пород.....	462
11.2.4. Оценка изменения мелиоративного влияния половодий на микроклимат Волго-Ахтубинской поймы.....	464
11.3. Гидрофизическое обоснование мер ведения лесного хозяйства в естественных и искусственных водоохранных насаждениях.....	465
11.4. Некоторые принципы и методы создания адаптированных к жестким условиям степи дубрав и боров.....	467
11.5. Разработка приемов повышения устойчивости водоохранных насаждений.....	469
11.5.1. Профилактика процессов соленакопления.....	469
11.5.2. Ведение безвершинного хозяйства в мягколиственных лесах Волго-Ахтубинской поймы.....	469
11.5.3. Обоснование необходимости лесопаркового хозяйства во взрослых дубравах.....	470
11.6. Приемы создания заведомо устойчивых водоохранных лесов.....	472
<b>12. Защитные лесные насаждения вдоль путей наземного транспорта.....</b>	<b>476</b>
12.1. Краткие сведения из истории развития защитного лесоразведения вдоль транспортных магистралей.....	477

12.2. Научные основы выращивания и эксплуатации природоохранных насаждений.....	479
12.3. Общие сведения о причинах и условиях образования снежных заносов. Повреждение насаждений навалами снега...	490
12.4. Проектирование защитных лесных насаждений вдоль дорог.....	493
12.4.1. Расчет размеров полосы земельного отвода.....	494
12.4.2. Общее строение защитного насаждения и конструкции лесных полос.....	496
12.4.3. Ассортимент древесных и кустарниковых пород и схемы их смешения и размещения.....	497
12.5. Эксплуатация придорожных защитных лесных насаждений.....	498
<b>13. Защитные лесонасаждения на техногенно нарушенных землях.....</b>	<b>502</b>
13.1. Нарушенные земли и их агролесомелиорация.....	502
13.2. ЗЛН на территориях, подверженных техногенному загрязнению.....	512
<b>14. Планирование агролесоландшафтов и аэрокосмические исследования в агролесомелиорации.....</b>	<b>518</b>
14.1. Агролесомелиоративное картографирование ландшафтов с использованием аэрокосмических методов исследования.....	518
14.2. Географические информационные системы.....	553
<b>15. Семеноводство и выращивание посадочного материала для защитного лесоразведения.....</b>	<b>568</b>
15.1. Особенности создания собственной лесосеменной базы в безлесных и малолесных регионах.....	568
15.1.1. Методика селекционных работ в агролесомелиорации.....	571
15.1.2. Селекционные объекты естественного происхождения.....	575
15.1.3. Научно-производственные селекционные объекты целевого назначения.....	580
15.1.4. Технология создания и эксплуатации лесосеменных объектов.....	585
15.1.5. Выращивание посадочного материала для защитного лесоразведения.....	594
15.1.6. Роль экологических факторов в повышении продуктивности питомников аридной зоны.....	595

15.1.7. Накопление органической массы сеянцами и саженцами в различных географических пунктах.....	597
15.1.8. Методы ускоренного семенного размножения селекционного материала.....	599
15.1.9. Вегетативное размножение селекционного материала	602
15.1.10. Укоренение черенков в открытом грунте.....	603
15.1.11. Укоренение черенков в закрытом грунте.....	604
15.1.12. Размножение прививкой.....	608
<b>16. Механизация работ в защитном лесоразведении.....</b>	<b>615</b>
16.1. Агролесомелиоративное районирование РФ для применения технологий и средств механизации.....	616
16.2. Система технологий и машин для комплексной механизации лесного хозяйства и защитного лесоразведения.....	617
16.2.1. Регистры базовых технологий и технических средств в лесном хозяйстве и защитном лесоразведении.....	617
16.2.2. Оптимизация технологических процессов в защитном лесоразведении.....	618
16.3. Технические средства для защитного лесоразведения.....	619
16.3.1. Исходные требования к машинам и механизмам для защитного лесоразведения.....	619
16.3.2. Средства механизации для сбора, обработки и хранения лесных семян (плодов).....	620
16.3.3. Основы теории машинного сбора лесных плодов.....	622
16.3.4. Средства механизации работ в лесопитомниках.....	625
16.3.5. Средства механизации для выращивания ЗЛН.....	629
16.3.5.1. Машины и орудия для обработки почвы.....	629
16.3.5.2. Машины для посева и посадки лесных насаждений	636
16.3.5.3. Машины для агротехнических уходов за лесонасаждениями.....	643
16.3.5.4. Машины для борьбы с вредителями и болезнями в ЗЛН.....	648
16.4. Техника для выполнения лесохозяйственных мероприятий	648
16.5. Автоматизация технологических процессов в агролесомелиорации.....	652
16.6. Энергетические средства.....	654
16.7. Комплектование машинно-тракторных агрегатов.....	654
16.8. Перспективы развития лесомелиоративной техники.....	656
<b>17. Экономика защитного лесоразведения.....</b>	<b>658</b>



17.1. Защитные леса и ЗЛН как особые фонды народного хозяйства. Экономическая классификация основных видов ЗЛН..	658
17.2. Состав и структура затрат на создание и выращивание ЗЛН	661
17.3. Форма возмещения затрат на выращивание ЗЛН, нормы амортизации.....	664
17.4. Нормативы прибавок урожая сельхозкультур.....	667
17.5. Агролесомелиоративный доход. Фактические его размеры на примере передовых хозяйств.....	669
17.6. Агролесомелиоративные насаждения как фактор интенсификации сельскохозяйственного производства.....	672
17.7. Экономическая эффективность и рентабельность капитальных вложений в защитное лесоразведение .....	675
<b>18. Планирование и организация работ по защитному лесоразведению.....</b>	<b>682</b>
18.1. Государственное планирование работ по защитному лесоразведению. Периодические государственные инвентаризации ЗЛН.....	682
18.2. Проектно-изыскательские работы, этапы проектирования	684
18.3. Порядок финансирования и материально-технического обеспечения работ по защитному лесоразведению. Государственная отчетность.....	685
18.4. Агролесомелиоративное устройство защитных насаждений	686
18.5. Организационные формы ведения лесного хозяйства в межхозяйственных лесах. Агролесомелиоративная служба.....	687
18.6. Организация труда на агролесомелиоративных работах...	688
<b>19. Озеленение населенных пунктов.....</b>	<b>689</b>
19.1. Декоративное древоводство.....	689
19.1.1. Основы дендрологического районирования, обогащение ассортимента.....	689
19.1.2. Санитарно-гигиенические функции и подбор ассортимента.....	690
19.1.3. Основы подрезки крон в зеленом строительстве.....	698
19.1.4. Декоративные питомники.....	701
19.1.5. Дендрарий.....	704
19.2. Садово-парковое искусство и основные этапы его развития.....	706
19.2.1. Исторические и мемориальные парки, вопросы их охраны.....	707
19.2.2. Лесопарки, принципы их организации .....	709

19.2.3. Ландшафт городского парка.....	710
19.2.4. Принципы обсадки береговой линии парковых водоемов.....	712
19.2.5. Схемы смешения, сочетания древесных и кустарниковых пород.....	714
19.2.6. Цветочный декор, его значение и современные тенденции.....	717
19.2.7. Малые архитектурные формы.....	718
19.3. Зеленое строительство городов.....	720
19.3.1. Объекты зеленого строительства.....	720
19.3.2. Критерии ландшафтной организации населенных мест...	723
19.3.3. Формирование системы озелененных территорий населенного места.....	723
19.3.4. Принципы планировки и ландшафтной композиции жилых территорий.....	725
19.3.5. Зеленое строительство в промышленной зоне города	726
19.3.6. Зеленое строительство в районных центрах.....	728
19.3.7. Проектирование объектов озеленения.....	731
19.4. Садово-парковое строительство.....	732
19.4.1. Правовые вопросы проектирования.....	733
19.4.2. Инженерная подготовка территории.....	734
19.4.3. Агротехническая подготовка территорий объектов....	736
19.4.4. Организация работ в садово-парковом строительстве...	737
<b>Рекомендуемая литература.....</b>	<b>738</b>
<b>Указатель растений.....</b>	<b>745</b>

## 1. ЗАЩИТНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ В РФ

Защитное лесоразведение – это совокупность организационно-хозяйственных, лесокультурных и лесоводственных мероприятий по созданию, выращиванию и использованию насаждений из деревьев и кустарников для защиты почвы сельскохозяйственных угодий, дорог, водоемов, каналов, населенных пунктов, животноводческих помещений и других аграрных и промышленных объектов от неблагоприятных природных явлений.

Защитное лесоразведение способствует улучшению климатических и гидрологических условий местности, рациональному освоению земельных и водных ресурсов, вовлечению в продуктивное хозяйственное использование бросовых земель, обогащению флоры и фауны, улучшению биодизайна агроландшафтов, созданию благоприятных условий жизни и труда человека, повышению продуктивности сельскохозяйственных угодий и животных.

Истоки защитного лесоразведения в России, его основные этапы развития лежат в степном лесоразведении, которое в XVII-XVIII вв. было связано лишь с созданием лесонасаждений для выращивания товарной древесины. Мелиоративное и защитное значение лесонасаждений было выявлено лишь в начале XIX в.

С этого времени ряд энтузиастов (И. Я. Данилевский, В. Я. Ломиковский, В. П. Скаржинский, Ф. Х. Майер, И. Н. и И. И. Шатиловы, Н. К. Генко и др.) создавали защитные лесонасаждения на полях, оврагах и балках, песках, вдоль железных дорог, в горах и т. д. Облесением песков и оврагов занимались специальные песчано-овражные партии под общим руководством А. Н. Костякова. Важное место в защитном лесоразведении занимают работы Особой экспедиции Лесного департамента (1892-1899 гг.) в степях России под руководством В. В. Докучаева. Эти работы положили начало комплексному экологическому исследованию степей и методов их облесения на научной основе. Осуществлены производственные опыты по рациональной организации территории и посадке различных видов защитных лесонасаждений вокруг во-

доемов, на орошаемых участках, лугах и пастбищах. Впервые были научно обоснованы место и роль лесонасаждений в агроэкосистемах.

В советский период защитное лесоразведение становится планомерным государственным мероприятием по борьбе с засухой, суховеями и эрозией почвы. В Постановлении Совета Труда и Оборона "О борьбе с засухой", подписанном В. И. Лениным 29 апреля 1921 г., в обязанность Центральному лесному отделу вменялось развить в государственном масштабе работы по укреплению оврагов и песков путем создания древесных насаждений, в частности в районах Саратовской, Самарской, Царицынской, Астраханской, Тульской и Донской обл.; устройству снегосборных полос и изгородей; облесению вырубков, гарей и других безлесных пространств в засушливых районах, а также в верховьях и по берегам рек. В период с 1928 по 1932 г. было посажено 212 тыс га лесных полос и с 1933 по 1937 г. – 278 тыс га.

В Постановлении правительства от 26 октября 1938 г. "О мерах обеспечения устойчивого урожая в засушливых районах Юго-Востока" была дана новая программа по выращиванию леса (в том числе полезащитных и других защитных лесонасаждений) в степи.

До 1941 г. в СССР было создано свыше 900 тыс га защитных лесонасаждений. Но наибольший размах защитное лесоразведение получило в послевоенные годы в связи с Постановлением директивных органов от 20 октября 1948 г. "О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР" и от 20 марта 1967 г. "О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии". Позже объемы защитного лесоразведения стали уменьшаться, наблюдалась значительная гибель насаждений из-за отсутствия надлежащих агротехнических и лесоводственных уходов. Часть насаждений, достигших предельного возраста, нуждается в восстановлении или замене новыми. К концу 1991 г. на бывшей территории СССР имелось 5,6 млн га защитных лесонасаждений (без государственных защитных лесных полос (ГЗЛП) и других насаждений несельскохозяйственного назначения). В агрофере России на начало 1994 г. имелось 2750 тыс га насаждений, в том числе 1233 тыс га полезащитных, 1008 тыс га противоэрозионных, 97 тыс га на аридных пастбищах, 360 тыс га на песках и 52 тыс га по берегам малых рек и вокруг поселков.

В соответствии с Федеральной программой развития агролесомелиоративных работ в России, разработанной ВНИАЛМИ, для эко-

логического и социального благоустройства сельскохозяйственных земель России необходимо иметь 14 млн га различных защитных лесонасаждений, что соответствует 5,8% всех сельскохозяйственных угодий, или около 8% площади всего агролесомелиоративного фонда.

За весь период создания защитных лесонасаждений наряду с практическими задачами по технологии выращивания лесонасаждений на базе комплексной механизации решены важные теоретические вопросы, касающиеся размещения лесонасаждений, их конструкции, мелиоративного влияния, повышения продуктивности защищаемых площадей, защиты почв от деградации и опустынивания, дифференциации севооборотов в соответствии с природно-экологическими условиями ландшафтных поясов, в том числе введения почвозащитных севооборотов и др.

Защитное лесоразведение, как правило, осуществляется на землях агролесомелиоративного и лесомелиоративного фондов. К первому прежде всего относятся сельскохозяйственные территории, ко второму все остальные, в том числе вырубки, гари, сельхозугодья, не используемые в агросфере земли, нарушенные и испорченные горнодобывающей промышленностью, открытые подвижные, полузаросшие и заросшие пески, горные склоны, земли санитарно-промышленных зон, прибрежные участки малых рек и другие объекты лесомелиорации.

Агролесомелиоративный и лесомелиоративный фонды – это совокупность территорий, нуждающихся в защите от неблагоприятных климатических факторов, улучшении почвенно-гидрологических условий, повышении биологической продуктивности, создании благоприятных условий для жизни людей и более комфортных условий для животных.

В девяти экономических районах России, располагающих общей площадью сельхозугодий 204,6 млн га, только агролесомелиоративный фонд составляет более 160,5 млн га, в том числе 22,5 млн га в южно-таежных районах, 52,0 млн га в лесостепных, 56,6 в степи, 19,4 в сухой степи и 8,0 млн га в полупустыне и пустыне. Первоочередными объектами агролесомелиорации являются очаги экологической дестабилизации и опустынивания с прогрессирующей деградацией природных режимов.

В защитном лесоразведении применяют различные виды лесонасаждений. На сельскохозяйственных землях к числу агролесомелиоративных относятся насаждения:

а) полезащитные лесные полосы (ПЗЛП) на пахотных неорошаемых землях (снижают скорость ветра и задерживают на полях снег; повышают влажность и плодородие почвы; уменьшают испарение

влаги; препятствуют развеванию почв; сохраняют посевы сельскохозяйственных культур при пыльных бурях; улучшают микроклимат и гидрологический режим (ГР) территории; защищают сельхозкультуры от засух, суховеев; повышают их урожайность);

б) лесные полосы на орошаемых землях и вдоль оросительных и сбросных каналов и на других участках орошаемых земель (сокращают потери воды на испарение; ослабляют процессы вторичного засоления почвы; защищают от суховеев и сильных ветров сельскохозяйственные культуры и повышают их урожайность; препятствуют развеванию почв; предохраняют каналы от засыпания мелкоземом, песком и сухими остатками растительности);

в) стокорегулирующие, снегораспределительные лесные полосы и кустарниковые кулисы на склонах (способствуют равномерному снегораспределению; задерживают и регулируют поверхностный сток; уменьшают смыв и размыв почвы; повышают влажность почвы и урожайность сельскохозяйственных культур);

г) прибалочные и приовражные лесные полосы и овражно-балочные лесные насаждения (скрепляют почву и грунт, препятствуют их размыву, улучшают микроклимат, способствуют хозяйственному использованию малопродуктивных земель);

д) защитные лесные полосы, аллеи и однорядные ветроломные посадки в питомниках, садах, виноградниках, на чайных, цитрусовых и других плантациях (улучшают микроклимат, повышают урожай);

е) полосы и куртинные лесные насаждения на пастбищных землях, вокруг животноводческих ферм и в местах отдыха скота (повышают продуктивность пастбищ, защищают животных от летнего зноя и зимней стужи, а постройки от заносов песком и снегом).

На несельскохозяйственных землях к числу мелиоративных относятся насаждения:

а) лесные насаждения вокруг прудов и других водоемов, вдоль берегов и в поймах рек (укрепляют берега, кольматируют твердый сток, снижают испарение воды, защищают водоемы и реки от засоления, а пойменные земли – от размывов и заносов песком и илом, улучшают использование вод местного стока и условия рыбозаведения);

б) полосные, куртинные и массивные лесные насаждения в горных районах на конусах выносов, в руслах и у защищаемых объектов (обеспечивают локализацию селевых потоков, безопасный сброс воды и селей и защиту объектов от разрушения, прекращают боковой размыв в руслах);

в) кулисные, куртинные и массивные лесные насаждения на песках (защищают их от развеивания ветром и обеспечивают рациональное природоохранное и хозяйственное использование);

г) лесные полосы на осушаемых землях (предотвращают развитие дефляции, предохраняют осушительные каналы от засыпания мелкоземом);

д) лесные полосы, аллеи и однорядные посадки вдоль дорог (защищают от заносов снегом, песком, мелкоземом);

е) защитные и декоративные насаждения в сельских населенных пунктах и вокруг них, на полевых станах (защищают постройки от заносов песком, мелкоземом, снегом, снижают скорость ветра, улучшают микроклимат).

В защитном лесоразведении различают понятия защитные леса и защитные лесонасаждения.

К защитным лесам относятся естественные и искусственные лесонасаждения, мелиоративные и средообразующие свойства которых используются для защиты различных объектов от неблагоприятных природных или антропогенных воздействий.

Защитные леса имеют важное хозяйственное значение, в то же время играют большую гидроклиматическую роль. В широком смысле защитными свойствами обладают все леса, участвуя в накоплении органического вещества, обогащении атмосферы кислородом, регулировании стока, охране почв, водных источников и др. Эти свойства лесонасаждений по мере развития научно-технического прогресса и возрастающих темпов освоения лесных ресурсов становятся все более важными. Еще в 1936 г. в составе лесов СССР была выделена т. н. водоохранная зона, где рубка леса была ограничена размерами среднего прироста древесины. В 1943 г. все леса были разделены на три группы в зависимости от их местоположения, народнохозяйственного значения и выполняемых функций. Мелиоративные свойства защитных лесов обеспечиваются большой органической массой, накапливаемой лесонасаждениями, и теми изменениями в почве и окружающей среде, которые возникают в течение их жизни вследствие ежегодного лесного опада, деятельности животного и растительного мира этих экосистем. Защитные леса своим покровом предохраняют почву от эрозии и дефляции, укрепляют корнями берега рек, водоемов, оврагов, эродированных балок. В горных районах препятствуют обнажению горных пород, образованию селевых потоков, уменьшают их разрушительную силу. В речных долинах и на водосборах регулируют поверхностный сток, очищают его от ила и вредных химических соединений, обеспечивая

полноводность и чистоту рек, улучшая условия судоходства и рыболовства, способствуя здоровому отдыху населения. Защитные леса на легких почвах, песках формируют лесохозяйственные угодья, защищают смежные земли, каналы, транспортные пути и энергетические линии, населенные пункты и промышленные предприятия от засыпания песком и мелкоземом. Играть неопределимую мелиоративную, социальную, эстетическую и санитарно-гигиеническую роль как зеленые зоны вокруг городов, защищая их от неблагоприятных воздействий климата, особенно в степи и полупустыне, производственных шумов, пыли, эмиссий отходов промышленных предприятий. Социально-экологическое значение защитных лесов, как правило, значительно превышает стоимость получаемой от них продукции (древесины и др.).

Защитные лесные насаждения (ЗЛН) – это естественные и искусственно созданные насаждения, предназначенные для защиты различных территорий и объектов от неблагоприятных природных и антропогенных факторов. В зависимости от объекта и цели защиты, а также от характера природного агента (например, ветра, стока) и местоположения ЗЛН разделяются на две основные группы:

а) преимущественно искусственные ЗЛН на сельскохозяйственных землях и в составе сельскохозяйственных угодий других категорий земель. Их основная задача – сохранять и повышать плодородие почв, создавать условия для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, повышать производительность лугопастбищных угодий и продуктивность животноводства, обеспечивать благоприятную экологическую среду для жизни и работы сельского населения;

б) естественные и искусственные насаждения хозяйственно-технического (технологического), санитарно-гигиенического и рекреационного назначения, расположенные на землях лесного и водного фондов, промышленности и транспорта, городских, поселковых и сельских поселений, землях запаса, природоохранного и иного назначения, а также на землях сельскохозяйственных предприятий, организаций и населения. Их основное назначение – защищать хозяйственные объекты и земли от деградации, разрушения, снижения ими функциональных свойств, пожаров, снежных и песчано-пыльных заносов, осуществлять климаторегулирующие, гидрологические, бальнеологические, санитарно-гигиенические функции, создавать благоприятные условия для жизни людей. Эколого-мелиоративное значение ЗЛН чаще всего многофункционально: всякое насаждение в одно и то же время является и почвозащитным, и ветроломным, и стокорегулирующим, и рекреационным, и кислородопродуцирующим. Придорожные, прибалочные и многие



другие насаждения оказывают мощное воздействие на прилегающие сельхозугодья, поэтому деление ЗЛН на группы и виды в значительной мере условно и помогает лишь акцентировать в конкретных условиях ведущую их функцию.

Проектирование ЗЛН, технология их создания, подбор деревьев и кустарников, мероприятия по выращиванию и восстановлению осуществляются с учетом наилучшего выполнения ими мелиоративных функций. Это удается достигать там, где различные ЗЛН в ландшафте образуют единую систему. ЗЛН играют важную роль в увеличении общей биологической продуктивности территории и ее биологического разнообразия. Помимо прямого мелиоративного эффекта, ЗЛН дают древесину, плоды, ягоды, выполняют различные социальные и эстетические функции. В степях, полупустынях и пустынных районах ЗЛН являются экологическими нишами и путями расселения растений, животных, птиц, обогащают флору и фауну, препятствуют эвтрофикации водоемов, улучшают условия рыбозаведения. Средообразующее значение ЗЛН обусловлено их многофункциональными свойствами и комплексным воздействием на занимаемую площадь и прилегающую территорию. При защите конкретных объектов используются преимущественно отдельные стороны этого воздействия, для чего еще при проектировании, размещении и создании насаждений, а также при ведении в них хозяйства предусматривается максимальное выполнение мелиоративных функций (ветроломных, водоохранных, почвозащитных, рекреационных и др.).

Многофункциональность проистекает из многообразия воздействий леса на окружающую среду. Чем больше свойств лесного биоценоза имеет насаждение, тем выше его роль. Это свойство ЗЛН принимается во внимание при конструировании агролесоландшафтов в увязке с другими компонентами ландшафтного комплекса в соответствии с заданным локальным назначением лесонасаждения, например выполнением прежде всего основной функции: снегораспределительной или снегозадерживающей, ветроломной, берегоукрепительной, почвозащитной, пескозакрепительной, санитарно-гигиенической, пастбищезащитной, водоохранной, садозащитной и т. д. Специфические ЗЛН, обладающие менее выраженными качествами лесного биогеоценоза (например, аллеи, узкие продуваемые ПЗЛП, кустарниковые кулисы и др.), выполняя локальную роль, вместе с другими ЗЛН увеличивают разнообразие ландшафта, общую шероховатость поверхности, содействуют созданию благоприятной экологической обстановки и повышению продуктивности сельскохозяйственных угодий.

## 2. ЗАЩИТНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ\*

В большинстве зарубежных стран защитному лесоразведению уделяется большое внимание. Его масштабы, виды насаждений, их структура и породный состав определяются природно-климатическими условиями, типами и гидрологией почв, рельефом территорий государств. Защитное лесоразведение и агролесоводство занимают особенно важное место в борьбе с дефляцией и опустыниванием, приобретающих в последние годы глобальный характер. Во многих странах в связи с этим наметилась тенденция к увеличению объема лесомелиоративных работ.

Цели и задачи защитного лесоразведения в странах мира и России во многом совпадают: борьба с ветровой эрозией на легких почвах, закрепление песков, предотвращение водной эрозии на склонах, защита сельскохозяйственных культур, садов, плантаций, пастбищ, фермерских построек от воздействия неблагоприятных климатических условий. В индустриально развитых странах широко изучается шумо- и пылеулавливающая роль древесных и кустарниковых пород. В государствах, примыкающих к морю, проводятся работы по закреплению и облесению песчаных дюн.

Для создания ЗЛН используют в основном аборигенные породы, наиболее адаптированные к местным почвенно-климатическим условиям. Ширина и размещение полос примерно соответствуют рекомендациям, разработанным в СССР и России, наблюдается общая тенденция к сокращению числа рядов и ширины лесополос. Мелиоративная роль ЗЛН, их влияние на повышение урожайности сельскохозяйственных культур оцениваются также идентично.

Следует отметить, что объем работ по защитному лесоразведению в большой степени зависит от состояния экономики конкретного государства, уровня жизни населения, поскольку требуются значительные инвестиции для проведения данных мероприятий.

---

\* Используются материалы публикаций А. В. Альбенского, Г. Я. Маттиса, В. И. Петрова, Ю. И. Жиганова, В. В. Орловского.

## 2.1. Защитное лесоразведение в странах Западной Европы и СНГ

Вариации почвенно-климатических условий, мозаичность геологической структуры территорий обуславливают многообразие видов ЗЛН в европейских странах. Необходимо отметить общность подходов к методам создания, принципам пространственного размещения, выбору используемых древесных и кустарниковых пород. Так, ПЗЛП создаются малорядными, вплоть до однорядных, преимущественно перпендикулярно направлению господствующих ветров. В горных районах для защиты от водной эрозии принято закладывать более широкие полосы. Во многих малолесных странах для создания ЗЛН применяются быстрорастущие древесные породы, такие как тополь, ольха, ива, что позволяет сочетать выполнение защитных функций с получением древесины различного назначения.

Защитному лесоразведению в Европе более 100 лет. Ниже приводится краткое описание особенностей создания и эксплуатации ЗЛН в европейских странах.

Большая часть Австрии представлена горными массивами Восточных Альп и лишь около 20% территории на востоке и северо-востоке занимают равнинные области. Здесь высаживаются 3-5-рядные ПЗЛП из древесных пород. Крайние ряды состоят из кустарников, устойчивых к повреждению дикими животными и грызунами. Из древесных пород применяются тополь, ольха, ива, береза, клен ясенелистный, ясень американский, липа, сирень, бирючина, рябина.

Бельгия – равнинная страна. Сельское хозяйство высокоинтенсивное. Из 3 млн га земельного фонда в сельском хозяйстве используется 1,8 млн га. При создании насаждений для защиты сельскохозяйственных культур на сухих почвах используют дуб черешчатый, березу бородавчатую, осину, акацию белую, сосну обыкновенную; на влажных, с хорошим дренажом – тополь, ясень обыкновенный, березу пушистую, рябину обыкновенную, крушину ломкую, иву; на влажных почвах с высоким уровнем грунтовых вод (УГВ) – ольху черную, березу пушистую, крушину ломкую. Для закрепления дюн по их склонам высаживают культуры сосны.

Великобритания – островное государство. Северная часть и западное побережье страны имеют гористый рельеф, на юге и юго-востоке преобладает низинный и холмистый рельеф. ЗЛН создаются четырех типов: защитные полосы на полях, прифермские насаждения для защиты животных и улучшения травостоя, защитные полосы из

низкорослого кустарника вокруг садов и огородов. В горных и холмистых местностях закладывают широкие защитные полосы (до 60 м), на равнинах более узкие, но не менее 20 м. Крайние ряды создают из ветроустойчивых пород, таких как сосна и кипарис крупноплодный. В средних рядах используют ель, лиственницу, бук и клен явор. Между деревьями крайних рядов и вдоль края полосы высаживают боярышник, рябину, кизил, черемуху. Для защиты сельскохозяйственных культур на пахотных землях создают одно-, двухрядные полосы из ивы и тополя пирамидального.

В Дании ЗЛН широко применяются для закрепления песков и борьбы с дефляцией почв. Лесные полосы располагают в направлении с севера на юг, перпендикулярно действию наиболее сильных ветров. Используют быстрорастущие древесные породы – ольху, иву, тополь, между которыми располагают главные породы – вяз, дуб, бук.

Италия – горная страна, здесь сильно развита водная эрозия почв. Для борьбы с наводнениями и защиты почв от эрозии лесомелиоративные работы проводятся в сочетании со строительством дамб, плотин, каналов, повышением плодородия почв. В целях одновременного получения древесины широко используют тополя и эвкалипты. На засоленных почвах применяют тамариксы.

В Испании защитное лесоразведение распространено преимущественно в горах и вокруг водохранилищ. Полезащитное лесоразведение большого развития не получило, хотя имеются области, подверженные воздействию засухи и сильных ветров. Здесь создаются системы лесных полос, в которых основные состоят из 2-5 рядов деревьев, вспомогательные – из 1-3 рядов. В качестве главных пород рекомендуются платан, акация белая, эвкалипты, сосна, тополь черный, кипарис, казуарина; сопутствующих – тамарикс, ольха, ива, туя, можжевельник виргинский, лох узколистный, каркас западный.

В Нидерландах большое внимание уделяется закреплению и облесению прибрежных дюн, склоны которых закрепляются вереском и засаживаются сосной обыкновенной, дубом, буком, каштаном. Полезащитное лесоразведение не имеет широкого распространения. Лесные полосы создаются преимущественно в целях защиты садов. Лучшей породой для этого является ольха черная, высаживаемая рядами вместе с ивой или тополем. Существует обширная сеть насаждений вдоль дамб. Для их посадки в основном используются тополь, дуб и бук.

Во Франции 500 тыс га земель подвержены ветровой эрозии. Защитные лесные полосы создаются в прибрежных районах, в Нор-

мандии, Бретани для защиты песчаных почв от ветровой эрозии и сельскохозяйственных культур от воздействия морских ветров. На орошаемых землях создаются защитные насаждения в основном из тополей. Кроме них, широко применяют эвкалипт (в средиземноморской зоне), кипарис, ель, ольху, платан, различные виды акации. На засоленных почвах высаживают казуарину, тамарикс. ЗЛН являются также дополнительным источником древесины.

В ФРГ многие земли нуждаются в защите от ветровой эрозии. Для этой цели создаются лесные полосы преимущественно из листовых пород – тополя, ольхи, дуба, явора, бука лесного, ясеня. Предпочтение отдается трехрядным защитным полосам с нижним ярусом из кустарниковых пород. Лесные насаждения применяются также для защиты отвалов угольных разработок. Особое внимание обращается на выращивание защитных насаждений, которые могут быть источниками получения древесины.

Большая часть (60% территории) Швейцарии расположена в Альпийских горах. Здесь издавна ведется борьба с горной эрозией. Для защиты сельскохозяйственных культур от действия феновых ветров, дующих в горных районах, в долинах рек создаются ПЗЛП из дуба, тополя канадского, ясеня, клена явора, ольхи, березы.

Норвегия и Швеция – страны с высокой лесистостью, тем не менее в них практикуется защитное лесоразведение. В южных районах Швеции на песчаных почвах, где наблюдаются процессы ветровой эрозии, закладываются узкие защитные лесные полосы из тополей. На более богатых почвах в состав полос вводятся рябина, боярышник, ольха серая. Расстояние между полосами 100 м. В Норвегии на возделываемых землях создают двухрядные защитные лесные полосы, на землях, не используемых в сельском хозяйстве, – четырехрядные. Основными породами являются сосна, береза и рябина.

Венгрия и Польша имеют большей частью равнинный рельеф с невысокими холмами. В этих странах широкое распространение получило полезащитное лесоразведение. В Венгрии песчаные почвы междуречья Дуная и Тисы закреплены искусственными насаждениями акации белой. Поскольку ветры здесь имеют различные направления, поля защищаются лесными полосами со всех сторон. В качестве главной породы часто используется тополь. Кроме него, рекомендуются из хвойных сосна черная, лиственница европейская, можжевельник, туя, из листовых клен, каштан конский, ольха, бук, ясень обыкновенный, орех, дуб черешчатый, вяз, миндаль, акация желтая и

кустарники кизил, скумпия. С целью защиты рисовых полей вдоль дамб и оросительных каналов высаживают однорядные полосы из тополя или ясеня. В Польше ЗЛН состоят главным образом из хвойных пород, дуба, акации белой, березы. По берегам водотоков, мелиоративных каналов преобладают ольха, ива, тополь. Рекомендуемая ширина лесных полос 5-8 м. На крутых склонах для защиты почв от водной эрозии в этих странах проводится сплошное облесение породами, имеющими мощную корневую систему.

Болгария, Румыния, Чехия и Словакия, государства бывшей Югославии относятся к странам с крайне разнообразным рельефом. Значительная доля территории приходится на горы и холмистые районы, поэтому большое внимание в этих странах уделяется созданию противоэрозионных лесных насаждений на горных склонах. В равнинных условиях существует необходимость посадки ПЗЛП. Близость расположения и схожесть климатических условий в этих странах обуславливают общность ассортимента пород, применяемых здесь в ЗЛН. В основном это тополь, дуб, клен остролистный, ясень, липа, каштан, орех грецкий, акация белая и желтая, лох, лещина, бузина. В Румынии на песчаных почвах для защиты виноградников создаются лесные полосы. Часто в их состав входят плодовые деревья: абрикос, персик и слива.

Климат стран СНГ ещё более контрастен: от умеренно континентального при среднегодовом количестве осадков 600-700 мм в Белоруссии до резко континентального в пустынных зонах государств Средней Азии, где сумма осадков за год часто не превышает 100-150 мм. Совокупность климатических условий, рельефа и почвенных характеристик определяет приоритет различных видов ЗЛН. Система их создания в странах СНГ заложена в период существования СССР. В это время практически во всех союзных республиках были сформированы научные организации, занимающиеся проблемами защитного лесоразведения и в настоящее время (БелНИИЛХ, УкрНИИЛХА, КазНИИЛХА, СредазНИИЛХ и др.). Названия некоторых впоследствии были изменены.

Для Белоруссии характерно чередование холмистых возвышенностей и плоских равнин. В связи с тем, что почти половина пахотных земель находится на склонах, особое внимание уделяется противоэрозионным лесным насаждениям. На песчаных и подверженных дефляции землях, не пригодных для использования в сельском хозяйстве, проводится сплошное облесение, в основном сосной обыкновенной. Создаются стокорегулирующие лесополосы, защитные лесные поло-

сы шириной 10-20 м вокруг прудов, водоемов и по берегам рек (водоохранные). Состав пород смешанный. В стокорегулирующих полосах высаживают дуб черешчатый, липу мелколистную, грушу лесную, из кустарников – лещину, бузину, шиповник, смородину. В водоохраных лесных полосах основными породами являются ива белая и тополь. Для защиты населенных пунктов от ветра закладывают лесные и лесосадовые полосы шириной 20-30 м. В качестве главных пород рекомендуются дуб черешчатый, береза бородавчатая, сосна обыкновенная; из сопутствующих – вяз обыкновенный и мелколистный, клен полевой, липа мелколистная, груша лесная, рябина; из кустарников – калина, сирень, акация желтая, ирга, смородина. Для защиты садов создают лесные полосы, в которых первый ряд занимают раннецветущие медоносы (алыча, дикая черешня, черемуха). В других рядах высаживают липу, ель, березу, тополь. Пятый ряд засаживают колючим кустарником (В. К. Поджаров, В. Н. Воробьев, 1980).

Площадь республик Средней Азии и Казахстана составляла почти 18 % общей территории б. СССР (В. И. Сухих, 1991). Здесь преобладают пустынные и полупустынные зоны с очень жарким и сухим климатом, что обуславливает малую лесистость, бедность состава насаждений. Основную долю в сельскохозяйственной сфере региона занимают пастбищное животноводство и орошаемое земледелие. Поэтому главной задачей, в решении которой значительная роль принадлежит искусственному лесоразведению, является закрепление песков, восстановление и повышение продуктивности песчаных пастбищ, защита ирригационных сооружений.

Борьба с подвижными песками проводится на комплексной основе: применяются различные механические защиты, наносятся на поверхность вяжущие вещества и проводится посадка саксаула черного, джужгуна, терескена (в зависимости от почвенных свойств конкретных территорий). Улучшение пастбищ осуществляется созданием пастбищезащитных насаждений из саксаула черного: узких полос шириной 15 м через 8-10 м; широких (25 м) через 200-250 м, – а также кулисных (Г. П. Озолин и др., 1985). Каналы и коллекторы оросительных систем защищают посадкой на дамбах и откосах насаждений из черкеза Палецкого и Рихтера, джужгуна голова Медузы.

Ещё одной глобальной проблемой в государствах, граничащих с Аральским морем, стало катастрофическое понижение его уровня с последующим осушением дна, что привело к возникновению пыльных бурь с выносом солей и песка и осаждением их на обширных

территориях. Для борьбы с этим явлением на осушенных площадях создаются лесные насаждения полосного или куртинного типа из саксаула, черкеза Рихтера, джужгуна.

В горных районах среднеазиатских государств создают защитные насаждения из арчи (можжевельника), фисташки, ореха с целью предотвращения смыва и эрозии почвы.

## **2.2. Защитное лесоразведение в странах Азии и Африки**

Азия и Африка – самые крупные материки планеты. Обширность территории обуславливает многообразие климатических и геологических зон и, как следствие, требования к мероприятиям по защитному лесоразведению.

Характерной особенностью земной поверхности Азии является многочисленность возвышенностей. В азиатских странах с преобладанием горного рельефа сельское хозяйство ведется в долинах рек с обязательным орошением. В Иордании, Ираке, Иране, Ливане, Израиле, Сирии, Пакистане лесные насаждения создаются главным образом вдоль каналов и для защиты почв от эрозии на горных склонах. Основными породами являются тополь и прозопис. В Израиле для закрепления песчаных дюн применяют также саксаул, тамарикс, фисташку и эвкалипты.

Большое внимание защитному лесоразведению уделяется в Индии, втором по населенности государстве мира. Наиболее развито защитное разведение в штатах Раджастан и Саканара, где расположены обширные территории с аридным и семиаридным климатом. Наименее пригодные для полеводства земли здесь выделены под пастбища, доля которых возрастает с усилением аридности климата и снижением естественного плодородия почв. В упомянутых штатах остро стоит проблема деградации и опустынивания земель. Защитное лесоразведение является основным средством ее решения.

В аридных зонах широко применяются три основных системы ведения хозяйства с участием лесных насаждений:

1) лесопастбищная, являющаяся преобладающей, при которой земля используется для лесоразведения и производства животноводческой продукции. В качестве основных древесных пород применяются различные виды акации (сенегальская, зонтичная, нильская), прозописа (серый, сережкоцветный), альбиция;

2) агролесная, где предусматривается создание лесных насажде-



ний различного назначения на землях, занятых под сельскохозяйственные культуры. Преобладающее распространение в данной системе получили линейные насаждения (полезащитные полосы, ветроломы, живые изгороди). Главными древесными породами являются прозопис серый, тик пустынный, акация, азадирахта индийская, айлант высочайший. Кустарниковые породы включают унаби, сальвадору персидскую, тамарикс сочлененный;

3) агролесоводственная – общее название системы землепользования и технологий, когда многолетние древесные виды выращиваются одновременно с сельскохозяйственными культурами и разведением животных на этой же площади. Здесь широко применяются различные виды акации (беловатая, сенегальская, нильская), леуцена светлоголовчатая, альбиция мягкая, прозопис, эвкалипты.

Подвижные пески аридной зоны Индии закрепляют посадкой кустарниковых полос из унаби, ричинуса обыкновенного с совмещением посева джужгуна. Для этой же цели высаживают некоторые виды деревьев: акацию беловатую, альбицию, прозопис сережкоцветный.

Перечисленные виды насаждений создаются в основном общинами, государство выделяет на эти цели субсидии и выдает бесплатно посадочный материал, выращиваемый в питомниках Департамента лесного хозяйства. Силами государственных специализированных структур создаются полосные насаждения из эвкалипта, акации аравийской, дальбергии и других пород вдоль дорог и оросительных каналов.

Китай – страна с древней историей защитного лесоразведения. Более 1000 лет назад защитные насаждения создавали по берегам каналов, рек и дамб. В настоящее время в Китае площадь ежегодно высаживаемых ЗЛН достигает 1,5 млн га (К. Н. Кулик, 2004).

Проблема деградации и опустынивания земель, как и во всем мире, актуальна и для Китая. Доля опустыненных земель в стране превышает 3% всей территории (Е. Migongo-Bale, 1988). Правительство предпринимает меры по борьбе с этим опасным явлением. В 1978 г. была принята программа развития защитного лесоразведения, рассчитанная до 2050 г. Она включает восстановление растительности на песчаных землях путем создания ветроломных лесных полос из тополя белого и пирамидального, акации белой, вяза приземистого, сосны китайской, айланта; выращивание высокопродуктивных плодовых деревьев (слива, персик, абрикос); закрепление песчаных дюн с помощью ивы и сосны монгольской; создание систем ПЗЛП; посадку леса для получения топлива и пиломатериалов; сохранение и охрану

существующих лесных насаждений.

В Китае широко распространен уплотнительный посев сельскохозяйственных культур в междурядьях и под кронами древесных пород (интеркроппинг), таких как павлония, вяз, плодовые (яблоня, слива, абрикос), шелковица, каштан и др. Размещение древесных пород в первые три года 5x10 м, на четвертый и пятый 5x20 м, на шестой и седьмой 5x40 м. В качестве уплотняющих культур используют пшеницу, хлопок, бобовые.

На засоленных почвах создаются лесные полосы из солевыносливых пород. Среди них акация белая, тополь канадский, биота восточная, айлант.

В целях стимулирования сельского населения к проведению работ по защитному лесоразведению в Китае законодательно предусмотрено право собственности на посаженное дерево.

Африка – континент, отличающийся многообразием климатических зон. Большая часть материка расположена в тропическом поясе, северные и южные части занимают субтропический пояс, 15% площади занимают пустыни с экстремально континентальным аридным климатом. Повсеместно сильно развиты процессы дефляции, в тропической зоне – водной эрозии. Почти 1300 млн га территории Африки подвержены деградации, 320 млн га уже деградированы (UNEP, 1992), в ЗЛН нуждаются практически все государства.

В странах с орошаемым земледелием по границам мелиорируемых полей высаживаются защитные полосы, для создания которых в засушливых районах Египта широко используются различные виды кассии, эвкалипты. В Нигерии, помимо эвкалиптов, в защитные полосы вводят азадирахту индийскую. В Тунисе при создании ветроломных полос используют акацию, тамарикс и эвкалипты. В странах Южной Африки распространены сосна лучистая, дуб, липы, эвкалипты, каштан, араукария. В Судане для посадки защитных полос, ветроломов, живых изгородей, для закрепления дюн применяют прозопис, несколько видов акации, азадирахту индийскую, альбицию Лебека, эвкалипт. В Сенегале сельскохозяйственные культуры выращивают на небольших земельных участках площадью около 15 м<sup>2</sup>, которые защищают от ветра и животных живыми изгородями из эуфорбии.

В безлесных странах Африки ЗЛН являются источником древесины, используемой в качестве топлива и строительного материала. Кроме того, местное население получает дополнительный доход от побочных продуктов лесных насаждений (кора, латекс, листья, плоды,

орехи, семена и др.), которые идут в переработку для получения фармацевтических и косметических средств, бумаги, чернил, мыла, пищевых масел, ароматизаторов, красок.

Создание в 1978 г. в столице Кении Найроби Международного центра по исследованиям в агролесоводстве (ICRAF) активизировало работы по защитному лесоразведению в первую очередь в странах Африки. Здесь разрабатываются и осуществляются проекты лесоразведения, которые в основном финансируются международными организациями, фондами и некоторыми развитыми странами. Основные направления его деятельности следующие:

1) комплексное использование земельных ресурсов для получения многообразной продукции;

2) исследования в области развития новых технологий, способствующих повышению продуктивности экосистем;

3) определение и устранение причин, затрудняющих развитие агролесоводства;

4) распространение информации об агролесоводстве, проведение учебных курсов, издание специальной литературы.

Из разработанных ICRAF технологий широко применяется аллейное выращивание, или интеркроппинг, – возделывание промежуточных азотофиксирующих культур с глубокой корневой системой (бобовые) на пространстве между рядами деревьев с минимальным расстоянием 3 м. Для борьбы с водной эрозией почв предложено террасирование склонов и устройство водорегулирующих валов с обсадкой их деревьями.

### **2.3. Защитное лесоразведение в США и Канаде**

Географическое положение Северной Америки предопределяет многообразие климата континента. Частое вторжение арктических и тропических воздушных масс в глубь материка вызывает развитие циклонов с сильными сухими ветрами. На обширных площадях вследствие обезлесения и неправильного ведения сельского хозяйства возникли процессы водной эрозии. Территория Великих и Централь-ных равнин, где развито сельское хозяйство, имеет годовое количество осадков от 250 до 500 мм при высоком индексе аридности. Такие климатические особенности обуславливают большое внимание, уделяемое развитию защитного лесоразведения в этих государствах.

Одним из наиболее известных проектов по созданию ЗЛН явля-

ется так называемый план Рузвельта, который был принят в 30-х годах прошлого столетия. Его целью была борьба с пыльными бурями, вызванными интенсивной и беспорядочной распашкой прерий. В соответствии с этим проектом за 1935-1992 гг. на землях фермеров было высажено более 200 млн деревьев и кустарников в виде лесных полос общей длиной 30 тыс пог. км (Г. Я. Маттис, 1998). Однако ожидаемого эффекта эти мероприятия без применения противоэрозионных технологий не дали.

Для решения проблемы в США была создана Служба охраны почв при Департаменте сельского хозяйства. Эта организация осуществляет весь цикл работ от новых идей, разработки их в проектах и программах до непосредственной реализации на местах в комплексе, предусматривающем определение основных направлений хозяйствования, организацию территории, проведение противоэрозионных, агротехнических, гидротехнических и лесомелиоративных мероприятий. В своем составе Служба имеет отделения на федеральном, региональном и локальном уровнях (во всех округах и районах штатов). Непосредственными исполнителями работ по защитному лесоразведению являются районные службы охраны почв со специализированными отрядами, выполняющими эти работы по контракту с заказчиками.

В Канаде функции охраны почв возложены на региональную администрацию по восстановлению фермерских земель прерий (PFPA). Направление ее деятельности – полезащитное лесоразведение, организация пастбищ, почвоохранное сухое и орошаемое земледелие.

Основные виды ЗЛН в США и Канаде – фермозащитные, ветроломные насаждения для защиты и подкормки диких животных (ремизы), приречные насаждения.

Фермозащитные создают вокруг фермерского комплекса, включающего жилой дом, производственные постройки и систему зернохранилищ. С трех сторон высаживают широкие (10-15-рядные) лесные полосы: с внешней стороны полос – наиболее высокие деревья (ясень пельсинванский, каркас западный, клен ясенелистный, ильм американский и др.), во внутренние ряды – в основном хвойные породы: ель, можжевельник виргинский, тую, сосну. Въезд на ферму обычно полностью или частично открыт и оформляется в виде лужайки с единичными кустарниками и цветниками.

ПЗЛП, как правило, однорядные (реже двухрядные), высаживаются через 200-300 м. Самая распространенная порода – ясень пельсинванский. Реже используется каркас западный, клен ясенелист-

ный, карагана. Значительную долю в лесных полосах занимает акация желтая, как выносливая засухоустойчивая порода. В лучших условиях создаются аллеи посадки из ели.

Насаждения для защиты и подкормки диких животных создают на малопродуктивных землях (выработанные карьеры, овраги, балки). Они представляют собой широкие (20-50-метровые) лесные полосы, перемежающиеся с полосами травянистой растительности такой же ширины. Крайние ряды лесных полос состоят из ягодных кустарников (шиповник, ирга, облепиха, барбарис и др.), затем следуют низкорослые деревья (яблоня ягодная, боярышник, шефердия и др.), в центре высаживают высокорослые деревья (ясень, каркас, тополь, сосна).

Приречные лесные насаждения создают для защиты русел рек от загрязнения сточными водами с окружающих полей, а также с целью получения стройматериалов.

#### **2.4. Защитное лесоразведение в странах Латинской Америки**

Климатические условия Южной Америки характеризуются большим разнообразием. Сильное влияние на климат континента оказывает горная система Анд, которая расположена на западной и северной окраинах и изолирует тихоокеанское побережье от остальной части материка. Восточная область континента занята древними сглаженными нагорьями, а центр – низменностями и равнинами. Обширные территории расположены в зоне влажного и жаркого тропического климата. В то же время четвертая часть Латинской Америки и стран Карибского бассейна представлена пустынями и засушливыми землями, подверженными ветровой эрозии. На склоновых территориях наблюдаются интенсивные процессы водной эрозии.

В степной зоне стран Южной Америки (пампах) развито экстенсивное сельское хозяйство в виде зернового земледелия и пастбищного животноводства. Часть земель отведена под орошаемое земледелие.

Основной вид защитного лесоразведения представлен рядовыми посадками, как правило эвкалиптовыми (Мексика, Бразилия), по берегам ирригационных каналов. В Аргентине для защиты от ветровой эрозии создают ПЗЛП и прифермские насаждения из хвойных пород. В некоторых районах Аргентины и соседнего с ней Уругвая с помощью лесных насаждений улучшают деградированные в результате перевыпаса пастбища. Приморские и приречные песчаные земли Бразилии, Уругвая закрепляют посадками различных видов эвкалипта и сосны. В

некоторых странах тропической зоны (например, в Эквадоре) для предотвращения водной эрозии на крутых склонах создают террасы по горизонталям с рядовой посадкой опунции и мимозы, которая хорошо адаптирована к каменистым почвам.

## **2.5. Защитное лесоразведение в Австралии и островных странах**

Площадь австралийского материка с прилегающими островами составляет 7704 тыс км<sup>2</sup>. Почти 40% территории занимают пустыни и соленые озера. Общая площадь сельскохозяйственных угодий 489,4 млн га, из них на естественные кормовые угодья, в основном пастбища, приходится 57% земель, под сельскохозяйственные культуры используется 3,7% (А. В. Черкаев, 1981).

В Австралии выделяют пять климатических зон – от тропической со среднегодовым количеством осадков более 1500 мм до засушливой, где количество осадков не превышает 100 мм/год. Наиболее заселены и освоены субтропическая и умеренная зоны. Выпадение осадков здесь характеризуется неравномерностью, что приводит к сильной эрозии почв.

В прошлом защитные насаждения в Австралии создавались вдоль оросительных каналов и на склонах для предотвращения эрозии почв. В настоящее время широкое распространение получило хозяйственное лесоразведение и агролесоводство, главным образом в умеренной и субтропической зонах. Хозяйственные лесонасаждения представлены следующими видами: плантации (площадью более 20 га); облесенные участки – небольшие территории, занятые насаждениями; лесные одно- и многорядные полосы. Хозяйственные лесонасаждения обеспечивают получение древесины, защиту скота, пастбищ, сельскохозяйственных культур, улучшение состояния окружающей среды; демпфирование последствий циклических колебаний рыночных цен, засух и наводнений; улучшение качества почвы, снижение ее засоленности; повышение биоразнообразия.

В искусственных насаждениях наиболее широко применяются эвкалипты и многочисленные виды акации, а также казуарина, сосна лучистая, ясень горный.

Новая Зеландия, как и Австралия, – страна высокоразвитого животноводства. Около половины территории занимают горы и холмистые местности. 1000 лет назад, к моменту появления первых людей, острова Новой Зеландии были на 3/4 покрыты лесом. В настоящее

время естественные леса остались только на 23% территории. Такая высокая степень обезлесения привела к развитию водной и ветровой эрозии. Для борьбы с этими процессами создаются ЗЛН. В структуре сельскохозяйственных земель луга и пастбища составляют 53%. Для защиты пастбищ создаются трехрядные полосы из бамбука. В настоящее время на пастбищах высаживается сосна лучистая – основная порода в защитном лесоразведении Новой Зеландии.

На тихоокеанских островах (Полинезия, острова Кука, Фиджи, Тонга, Ротумо, Туамоту, Западные и Восточные Самоа) также практикуются агролесоводственные методы. Среди них приусадебное садоводство, облесение прибрежных полос, лесоразведение на плохо дренируемых низинных территориях.

Плодовые деревья приусадебных садов служат укрытием для продовольственных культур от штормов и ливней, а также образуют аллеи для испытания и интродукции новых культур, защищают жилища. Основные породы – кокосовое, хлебное, банановое деревья, манго, капок настоящий, цитрусовые, авокадо, тамаринд. Прибрежные полосные насаждения состоят из солевыносливых деревьев и древовидных кустарников: мессершмидия серебристая, леуцена, софора, сцевола, гибискус липовидный. Для осушения переувлажненных территорий высаживают таро болотный, часто вместе с гибискусом липовидным.

### **3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ**

#### **3.1. Теоретические и методологические основы агролесомелиорации**

Разработка теоретических основ агролесомелиорации и защитного лесоразведения как системы мероприятий по созданию лесомелиоративных насаждений является составной частью общей задачи оптимизации природопользования. Природопользование же предполагает управление природными и антропогенными экосистемами. В силу этого задачу управления экосистемами средствами агролесомелиорации логично начинать с определения самого средства управления, т. е. понятия агролесомелиорации как науки, ее цели, предмета (объекта) и метода (методологии)\*. Целью науки вообще является создание моделей (образов) мира путем его познания – добычи фактов и их объяснения; предмет – это явления (объекты и процессы) природы, а метод есть средства и способы их познания.

Предметом рассмотрения здесь является агролесомелиорация. Часто термины агролесомелиорация и защитное лесоразведение отождествляют, что противоречит требованию терминологии – однозначному словоупотреблению понятия.

Определение термина агролесомелиорация стандартизовано, но дискуссия о его содержании не утихает.

Термины лесная мелиорация и агролесомелиорация появились в начале XX в. В 1925 г. Г. Турский употреблял термины лесная мелиорация, лесомелиоративные работы как мелиорацию лесом, а не леса. То же предлагали Н. И. Сус и Р. П. Спарро.

Появление термина агролесомелиорация расширяло понятие лесомелиорации как комплекса (системы) мероприятий наряду и в соче-

---

\*Триада наука – техника (технология) – практика составляет в значительной степени исчерпывающее содержание человеческой деятельности: 1) познание, 2) его воплощение в прикладные полезности, 3) использование технических разработок на практике.



тании с чисто лесомелиоративными приемами. И в этом контексте агролесомелиорация (агролесная мелиорация, лесоагромелиорация) логично понималась как совокупная, комплексная (лесо + агро + гидро + луго и т. д.) мелиорация.

### 3.1.1. Системы и модели

Определение цели науки как создание модели ее объекта приводит к выделению его из множества объектов внешней среды, которую принято считать вообще некоторой системой в терминах теории систем. Для этого требуется понятийный аппарат теории систем, особенно сложных и даже больших. К ним обычно относят экосистемы, ландшафты и биосферу в целом. Рассмотрим некоторые общие моменты теории систем.

Последние десятилетия характеризуются применением системного подхода и моделирования, особенно математического и компьютерного, в точных науках и в традиционно описательных (географии, ландшафтоведении, экологии, лесоведении, эрозиоведении, почвозащитном земледелии, лесомелиорации). Однако, несмотря на несомненные научные и практические результаты, получаемые в рамках системного подхода, считается, что, во-первых, все это не ново; во-вторых, овладение системной методологией не обеспечивает автоматически желаемого результата; в-третьих, даже математическое моделирование в значительной мере есть искусство. Требуется ясность в данном вопросе.

Основателем "системологии" считается Л. Берталанфи (1973), предложивший в конце сороковых годов XIX в. термин "система" и давший классическое ее определение: "Система есть комплекс элементов, находящихся во взаимодействии". Это определение, по сути, означает, что весь мир и его составляющие являются системами.

Предпосылки системного подхода содержались уже в работах Л. А. Богданова по тектологии (1905-1924), еще раньше у Г. Гегеля, К. Маркса, Ф. Энгельса и даже в учениях философов и естествоиспытателей древности. Однако введение понятий именно системы, системного подхода и анализа оказалось исключительно плодотворным в формировании системной идеологии и методологии как одного из наиболее общих мировоззренческих принципов. Вместе с тем из методологии как принципа не могут быть автоматически получены методы (методики) исследований.

Если определить в самом общем виде систему как объект (пред-

мет) природы, а цель научной деятельности как исследование систем, то также необходимо определить и метод (способ) исследования. Л. Льюнг считает, что "формирование моделей и исследование их свойств – вот, по существу, основное содержание науки" (и вообще человеческой деятельности). Таким образом, система выступает как оригинал, а модель – как его образ. Этим снимается противопоставление системного анализа (исследования) и моделирования в самом общем виде. Отсюда, по Ю. Б. Виноградову (1988), следует, что "... системный анализ и моделирование неразличимы. Понимать под первым только домодельный этап или моделирование, тоже – дело вкуса... ". Так же считают Дж. Джефферс (1980) и А. К. Бисвас (1985).

Системный подход к изучению объекта предполагает, во-первых, его выделение (отграничение) из совокупности других, обычно взаимосвязанных объектов-систем, т. е. определение специфического уровня его системной организации. Далее следует выделение в нем состава – элементов-подсистем (часто тоже довольно сложных систем), их структуры – взаимного расположения элементов, связей (взаимосвязей) между ними, состояния (репертуара, по Д. Л. Арманду), поведения – динамики состояний.

Этот алгоритм моделирования может быть дополнен и другими процедурами, но, хотя "с позиций системного подхода это можно проделать более глубоко, правильно и быстро, суть дела не меняется, и любое моделирование, в том числе математическое моделирование, познание – не только наука, но и своего рода искусство" (Ю. Б. Виноградов, 1988). Следует особо подчеркнуть, что математическое моделирование хотя и является предельным, но все-таки этапом работы. Для его осуществления требуется то, что Д. Л. Арманд (1975) называл констатацией "очевидных фактов" и "простых утверждений", а Ю. Б. Виноградов – предварительным "тщательным изучением" и "всесторонним осознанием сложного природного явления", т. е. разработка физически обоснованной концептуальной (феноменологической) качественно-описательной модели – совершенно необходимой предпосылки ее формализации. Без этого системный подход остается пустой декларацией, а математическое моделирование не осуществимо. Однако очевидная полезность системности отнюдь не является гарантией успеха. Это относится и к математическому моделированию: бывает, что численное компьютерное моделирование с использованием довольно сложных, но формально подобранных дифференциальных уравнений дает худшие и даже ошибочные результаты в сравнении с

простыми регрессионными и качественно-описательными моделями. И часто весьма простые, на первый взгляд, даже примитивные, но предельно ясные физические представления гарантируют больший успех, чем без нужды усложненные и внешне математизированные, но ошибочные, не отражающие сути исследуемого предмета образчики так называемого "математического снобизма" (по Д. Л. Арманду, 1975).

Исходным моментом системного анализа является определение класса системы, т. е. уровня ее организации, к которому она относится. Основу современной классификации наук и составляет главным образом уровень организации систем – объектов конкретной науки. Таким образом, для определения предмета (объекта) лесомелиорации требуется выделить ту область физических ("физика" лесомелиорации) и иных явлений, которыми оперирует эта наука.

### 3.1.2. Особенности объекта и методологии агролесомелиоративных исследований

Лесная растительность есть неотъемлемая часть естественного ландшафта всех природных зон Земли, исключая полярные и высокогорные пустыни. В ходе естественной эволюции леса выработались его многообразные связи с компонентами природной среды – воздухом, водой, почвой, микро- и макроорганизмами. Из принципа обратной связи в экосистемах следует, что как лесная растительность является продуктом внешней среды, так и эта среда есть продукт растительности вообще и лесной в том числе. Отсюда охрана среды обитания человека предполагает как охрану лесной растительности, так и использование ее средообразующих (по Е. С. Павловскому, 1982, 1983) свойств.

Рассмотрим в общем виде модель мелиоративных функций ЗЛН. Лесные насаждения выполняют чрезвычайно многообразные ветроломные, стокорегулирующие, агрономические, почвозащитные и иные мелиоративные средообразующие функции, обусловленные взаимодействием растительности с атмо-, гидро- и педосферой. Воздействуя на процессы турбулентного воздухообмена в приземном слое воздуха, ЗЛН оказывают значительное влияние на перераспределение выпавших осадков (главным образом снега), температуру воздуха и почвы, ее замерзание и оттаивание, интенсивность снеготаяния, инфильтрацию влаги в почву, склоновый сток, эрозию и аккумуляцию мелкозема.

Таким образом, агролесомелиорация имеет дело с довольно сложными, значительными по размерам процессами, охватывающими

значительные отрезки времени.

Объектом (предметом) науки агролесомелиорации в самом общем виде являются экосистемы в пределах от приземного слоя атмосферы до границ зоны аэрации почвогрунта. На рис. 3.1 представлена схема принципиальной (концептуальной) модели микроклиматических, стокорегулирующих и противоэрозионных функций ЗЛН. Модель иллюстрирует

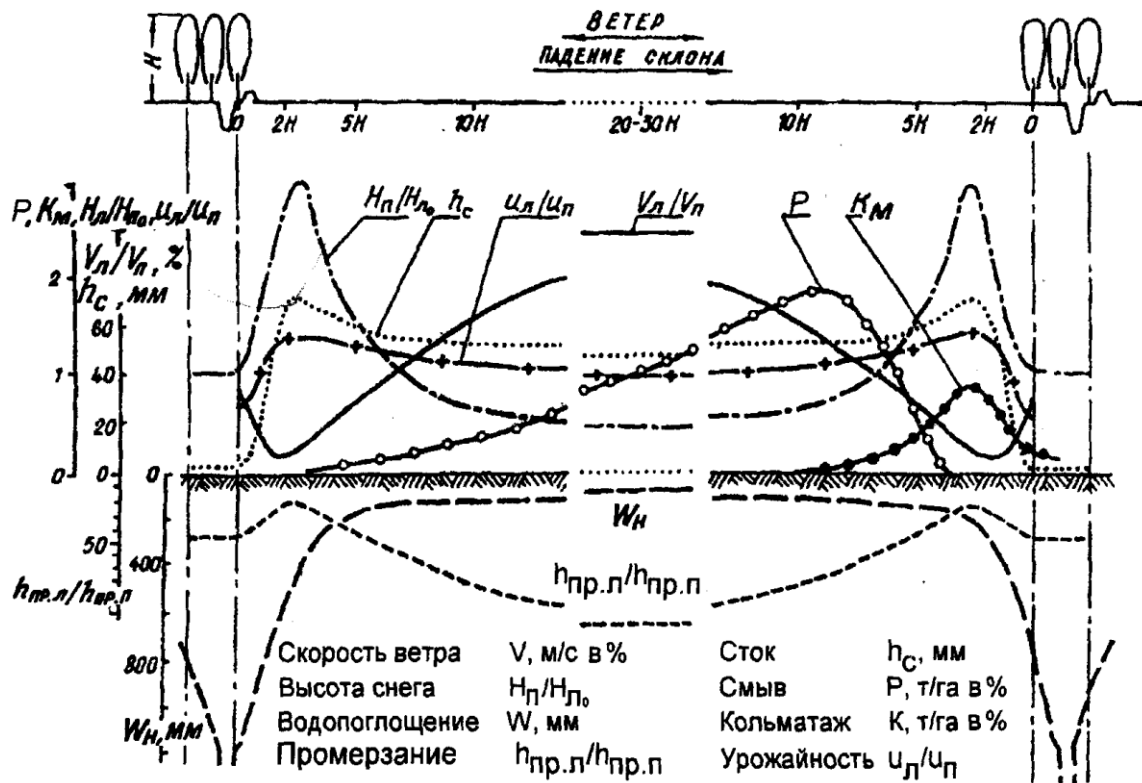


Рис. 3.1. Концептуальная модель (схема) мелиоративного влияния противоэрозионных полос

люстрирует важную специфику функций ЗЛН, а именно их "зональность" в зависимости от расстояния до ЗЛН. Это объясняется в первую очередь изменением скорости ветра, резкое снижение которой в ЗЛН и прилегающей к ним зоне формирует снежные шлейфы, далее температурного режима почвы – замерзание, разморозание, водопроницаемость, неравномерный сход снега при таянии. Поэтому в межполосном пространстве условия формирования стока и смыва имеют выраженную специфику в сравнении с открытыми местоположениями. Смыв происходит прежде всего на обнажившихся при таянии снега участках, а в снежных шлейфах отсутствует или сменяется кольматажем мелкозема (на верхних шлейфах).

Существенными моментами, определяющими мелиоративные функции ЗЛН, являются следующие.

Во-первых, ЗЛН "обитают" в двух средах – атмосфере и почве. Отсюда главные способы их воздействия на среду: через атмосферу (надземной частью) – аэромелиоративное – и через почву (опадом, корнями) – педомелиоративное. Связующим звеном между атмо- и педосферой является гидросфера – влага воздуха, атмосферных осадков, поверхностного стока, влага в почвогрунтах, верховодка и грунтовые воды (ГВ).

Во-вторых, действие ЗЛН проявляется как местно, локально (под пологом насаждений), так преимущественно пространственно. В зависимости от назначения и местоположения ЗЛН, природно-хозяйственных условий преобладает локальное или пространственное их влияние. Для значительной части территории с вредоносной ветровой деятельностью (дефляция, суховеи, метели) и эрозией пространственное, в первую очередь аэромелиоративное, влияние играет решающую роль. Это важно в методологическом отношении. Очевидно, что пространственное влияние и составляет наиболее существенное свойство ЗЛН, обеспечивающее их лесомелиоративный территориальный эффект. На это обращал особое внимание Г. Н. Высоцкий, отмечая как локальное влияние леса на среду его непосредственного обитания, так на другие уголья, климат, оборот влаги и т. п.

В-третьих, при переходе по вертикали от атмосферы к кронам и подкроновому пространству ЗЛН, к почве и подпочве, а по горизонтали – от подкронового пространства к опушке и прилегающему полю налицо качественная и количественная трансформация энергомассопереноса и даже изменение ее направления. Кривые аэро-, гидрологических и агрометеорологических характеристик имеют специфический вид с экстремумами (максимумы и минимумы) и перегибами в непосредственной близости от ЗЛН, обычно до 5-10Н. Это обусловлено прямым (скорость ветра и турбулентность) и (или) косвенным (снегоотложение, промерзание и увлажнение почвы, эрозия – аккумуляция) воздействием ЗЛН на ветровой поток. Таким образом, ближайшая к ЗЛН зона является ареной наибольших закономерных (детерминированных) изменений (точки перегиба) аэрогидрологических характеристик и их знака (точки экстремумов). При движении в глубь насаждения и к открытому пространству кривые принимают асимптотический вид с усилением случайной вариации характеристик и полным переходом к ней, т. е. к переходу процессов в стационарный (квазистационарный) режим.

*Методом* агролесомелиорации, позволяющим адекватно раскрыть закономерности физики переходов, является метод градиент-

ных сечений (трансекты-профили, динамические площадки на разных расстояниях от опушек и т. п.).

Специфика физических процессов в той или иной сфере агролесомелиорации определяет способы создания ЗЛН и их особенности: конструкцию, породный состав, ширину и т. п. Это проводит границу между агролесомелиорацией и защитным лесоразведением и означает некорректность их отождествления. Без защитного лесоразведения невозможно реализовать лесомелиоративный эффект, но созданием ЗЛН задачи собственно лесоразведения завершаются, а агролесомелиорации начинаются. Необходима также соответствующая адаптация приемов хозяйственной деятельности, которая не может быть осуществлена в рамках собственно лесоразведения.

Определив таким образом цель, предмет и метод агролесомелиорации, легко отделить ее от смежных дисциплин – прежде всего от лесоведения и земледелия. Земледелие стоит одним из первых в ряду смежных дисциплин. Уже по своему местонахождению агролесомелиорация есть "лес среди полей". Она "между лесом и полем", между лесоведением и земледелием. Поэтому она не есть лесоведение и земледелие, но в то же время и лесоведение, и земледелие. От лесоведения ее отличает целевая направленность получения знания: образно выражаясь, не "к лесу", не "для леса", а "от леса" – к внешней среде. К "чистому" лесоведению она не может принадлежать потому, что в лесоведении главное – лес и "под лесом", т. е. преимущественно местное, локальное влияние. Пространственное влияние леса – это, так сказать, побочный интерес лесоведения. Будучи своеобразным земледельческим "орудием", лесная мелиорация сильно отличается от традиционных земледельческих средств (системы обработки почвы, удобрений, севооборотов и т. п.).

### **3.2. Неблагоприятные природные условия, их характеристика**

Систематическое исследование засух в нашей стране проводится со второй половины XIX в. За это время предложено немало различных критериев оценки засух с выделением их типов, в том числе атмосферной, почвенной и смешанной.

В. В. Докучаев (1900) предложил качественную оценку увлажненности территории путем сопоставления многолетних средних годовых сумм осадков и средних годовых величин испарения с водной поверхности. Это направление в дальнейшем было развито Г. Н. Вы-

соцким (1905), использовавшим для расчета индекса засушливости величину отношения осадков к испаряемости ( $P/E_0$ ). Он впервые дал количественный расчет индекса.

Многие исследователи для оценки засушливости климата использовали эмпирические методы оценки испаряемости  $E_0$ , поскольку опытных данных по  $E_0$  было недостаточно. Э. М. Ольдекоп (1911) для нахождения  $E_0$  использовал произведение  $a \cdot d$ , где  $d$  – недостаток (дефицит) насыщения воздуха влагой;  $a$  – коэффициент пропорциональности. Подобных зависимостей строилось много. Наиболее разработанную систему оценки увлажнения, а следовательно, и засушливости представил Н. Н. Иванов (1941, 1948), в которой  $E_0 = 0,0018(25 + t)^2 + (100 - a)$ , где  $t$  – средняя месячная температура;  $a$  – относительная влажность. С. С. Савина (1963) предложила гидрометеорологический показатель засухи и суховеев, когда величина дефицита испарения, то есть разности между испаряемостью и фактическим испарением, превосходит 4 мм в сутки. В формуле В. Б. Шостаковича (1982) использовано соотношение между осадками (в мм) и температурой за вегетационный период, а в формуле Г. Т. Селянинова (1937) – между осадками и суммой температур воздуха за период со среднесуточными температурами выше  $10^\circ\text{C}$  ( $10P/\sum t^\circ$ ). М. И. Будыко (1951) вывел зависимость  $R_0/LP$ , где  $L$  – скрытая теплота испарения,  $R_0$  – радиационный баланс. Подобные эмпирические зависимости получены и за рубежом. Такие показатели получили название гидротермических коэффициентов.

Большое внимание уделялось почвенной засухе. В. П. Попов (1928, 1933, 1950) предложил для ее оценки зависимость вида  $P = \sum q/[2,4(t - t_1)n]$ , где  $\sum q$  – годовое количество эффективных осадков (с исключением испарения и стока воды);  $2,4(t - t_1)n$  – показатель потребности растений во влаге, выражающий напряженность внешних условий. М. С. Кулик (1957, 1958) считает, что важнейшими показателями засушливости условий являются запасы продуктивной весенней влаги в корнеобитаемом слое почвы и увлажнение ее пахотного слоя в течение вегетации. Декады, когда запасы почвенной влаги в слое 0-20 см бывают меньше 20 мм, он считает засушливыми, меньше 10 мм – сухими. Ф. Ф. Давитая (1946) и др. установили высокую корреляционную связь между урожаем и весенне-летними осадками.

По вопросу происхождения засух имеется множество мнений. Одно из них объясняет засухи и суховеи в европейской части России проникновением сухих масс воздуха из среднеазиатских пустынь.

Однако в результате многочисленных исследований установлено, что проникновение горячего воздуха из среднеазиатских пустынь на отмеченную часть страны происходит очень редко, чему препятствует характер распределения давления у поверхности земли на юго-востоке европейской части России в летний период. Основной причиной образования засух на европейской части страны является вторжение холодного и сухого воздуха с севера и северо-запада или запада и формирование за холодным фронтом мощного антициклона (Ф. Ф. Давитая, 1959). В антициклонах наблюдается высокое атмосферное давление, ясная погода с высокой сухостью воздуха и жарой летом. Антициклоны перемещаются медленно, часто почти не двигаются неделями. Отсюда возникают условия для ужесточения засухи в связи с сильным нагреванием почвы и воздуха.

Более раннее (ложное) понимание происхождения засух связано с представлением о перемещении воздушных масс в антициклоне по часовой стрелке. Иллюзорный эффект пустынного (среднеазиатского) их происхождения создается вследствие того, что воздушные потоки, приходящие с севера, на южной периферии антициклона получают восточное и юго-восточное направления. Первую попытку обоснования природы суховеев предпринял А. И. Воейков (1904, 1912). Он предположил, что суховеи представляют собой нисходящие перемещения воздуха в передней части циклона. Сухость же и высокая температура воздуха им объясняются тем, что ветры дуют из пустынь или сухих степей. Аналогичной точки зрения придерживались В. О. Аскинази (1928), А. А. Каминский (1934), Е. А. Леонтьева (1927) и др. При этом под суховеем Е. А. Леонтьева понимала ветер восточного направления, который сопровождается высокой температурой и низкой относительной влажностью воздуха – днем 11-17, ночью не более 50-60%. Е. С. Селезнева (1934) впервые показала, что нисходящие перемещения воздушных масс при засухах и суховеях не могут привести к повышению температуры у поверхности земли, а потому не могут быть основной причиной их проявления. Е. В. Ишерская (1949) пришла к выводу, что основным процессом при засухе и суховеях является постепенное изменение свойств воздушной массы при ее перемещении вследствие изменения широты и главным образом термических условий подстилающей поверхности. М. В. Заварина (1951) считала, что равнинный суховеи не является производным нисходящих потоков воздуха и выноса его из пустынь и полупустынь. Она полагала, что суховеи на 80-90% возникают главным образом в малоподвижных антициклонах, где пре-



обладают перемещения потоков воздуха с северной составляющей. По П. К. Евсееву (1948, 1957), образование суховеев связано с макромасштабными процессами, при которых слои воздуха с низкой влажностью достигают толщины 2-3 км и более. Зарождение суховеев он связывает с нарушением зональности циркуляции и наличием теплого высокого антициклона над центральной и юго-восточной частями европейской территории страны при мощном переносе тепла с юга или юго-запада и холода на восточные районы. Если этот процесс устойчив, то в антициклоне происходит трансформация воздушных масс.

Таким образом, суховеи возникают при определенных циркуляционных процессах в атмосфере, а именно: происходит перенос воздушных масс с северных морей или из Атлантики и при этом создаются условия для их трансформации.

Траектории движения воздушных масс, в которых формируются суховеи крайне разнообразны. Около 44% их зарождаются на севере, примерно 10% на северо-западе у побережья Арктического бассейна, затем они перемещаются к Прикаспию или в Нижнее Поволжье. Около 20% их приходят с побережья Атлантического океана по северной периферии гребня Азорского антициклона над прогретой южной половиной европейского материка. Нередки (14%) случаи формирования суховеев в воздушной массе малоподвижных антициклонов.

Пыльные бури в степях Европы и Азии обусловлены многими причинами: особенностями циркуляции атмосферы, засушливостью климата, физическими и химическими свойствами почв, распаханностью территории, рельефом, спецификой антропогенного воздействия и др. Образование сильных пыльных бурь со значительным территориальным распространением на уровне зонального процесса в степях Восточной Европы связано с устойчивыми процессами блокирования: над Средним Поволжьем, югом Урала и Западного Казахстана устанавливается мощный антициклон, нарушающий западный перенос воздушных масс и сохраняющий свое положение в течение нескольких синоптических периодов, в иные годы до 1-1,5 месяцев. При таких процессах скорость восточного ветра в зоне конвергенции воздушных потоков достигает штормовой и ураганной силы – 18-23 и 29-34 м/с и более, а энергия ветра и динамическая нагрузка на подстилающую поверхность увеличиваются на один – полтора порядка, до 1500-3000 млн Дж/м<sup>2</sup> в месяц при климатической норме 50-200 млн Дж/м<sup>2</sup>. Столь сильное воздействие на подстилающую поверхность приводит к катастрофическому разрушению почвенного покрова.

Усиление ветра и возникновение сильных пыльных бурь в степях Сибири обусловлено фронтальными процессами в системе сдвигающихся сюда циклонов. Эти процессы более динамичны в пространстве и времени, поэтому усиление ветра при них бывает кратковременным, энергия воздушного потока быстро рассеивается и превышает климатический показатель всего в 2-3 раза. Этого недостаточно, чтобы вызвать сильное разрушение почвенного покрова на значительной площади.

Возникновение пыльных бурь существенно зависит от увлажненности территории. С усилением засушливости климата и уменьшением увлажненности территории активность проявления пыльных бурь возрастает. Следовательно, дефляция и пыльные бури имеют еще и зональный характер. Показателем увлажненности территории может служить индекс увлажненности  $K_y$ , представляющий собой отношение количества осадков  $P$  к испаряемости  $E$ . По значению  $K_y$  выделяют следующие пояса потенциально возможного проявления пыльных бурь и дефляции почв: при  $K_y \geq 1$  – пояс отсутствия дефляции и пыльных бурь, при  $K_y = 0,3-1$  – пояс возможной дефляции и проявления пыльных бурь, при  $K_y \leq 0,3$  – пояс сильно выраженной дефляции и проявления пыльных бурь.

Влияние рельефа на дефлекцию также очевидно. Как правило, на наветренных склонах дефляция существенно возрастает, а на заветренных – эоловый материал может аккумулироваться. Крупные формы рельефа могут создавать ветровые коридоры, где дефляция также может многократно усиливаться.

Мощным фактором противодействия дефляции является растительность. Вместе с тем сельскохозяйственные угодья являются преобладающим вариантом природопользования. Отсюда важно понять, что неправильная стратегия природопользования (распашка целинных почв, горных лугов; интенсификация сельского хозяйства на песчаных землях; неправильный подбор комплекса сельхозмашин и орудий и традиционная технология возделывания сельхозкультур на землях, подверженных дефляции; увеличение размеров полей и севооборотов; увеличение полей чистого пара и пропашных культур) может снизить устойчивость территории к дефляции.

Существенную роль в процессе формирования пыльных бурь оказывают свойства почв, их ветроустойчивость, которая прежде всего связана с гранулометрическим и агрегатным составом, содержанием в них карбонатов, составом поглощенных оснований. В наименьшей ме-

ре подвержены дефляции почвы на тяжелых и средних глинах, несколько больше – на легких и тяжелых суглинках; умеренно дефлируют почвы на средних суглинках, сильнее – на легких. Почвенные разности на супесях и песках дефлируют очень сильно. С увеличением содержания в почвах поглощенных Na, Ca, Mg, K податливость почв дефляции снижается. Аналогично влияет и содержание гумуса, микроагрегатов размером  $< 0,01$  мм. Влияние на дефлекцию содержания  $\text{CaCO}_3$  сложнее. Наиболее сильно дефлируют почвы с содержанием  $\text{CaCO}_3$  от 1 до 1,8%. В диапазоне 0,01-1,0 податливость почв дефляции возрастает, а при значениях более 1,8 уменьшается.

Анализ среднемноголетних годовых потерь почв от дефляции свидетельствует о высоком потенциале деградационных процессов в них. Ветровая эрозия на юге и юго-востоке европейской части России с учетом потенциальных почвенных потерь имеет следующую дифференциацию по площади: потери почвы менее 4 т/га·год – 20% территории, от 4 до 24 т/га·год – 37% территории, от 24,1 до 40 т/га·год – 16%, от 40,1 до 100 т/га·год – 16% и более 100 т/га·год – 11%.

Выдувание почв приводит к снижению их плодородия. Причин здесь несколько. Во-первых, выдувается самый богатый гумусом верхний слой. Во-вторых, выдуваются самые мелкие агрегаты, в которых содержится гумуса в 2-4 раза больше, чем в среднем во всех агрегатах пахотного слоя. В-третьих, уменьшается мощность гумусового слоя. Все это и приводит к снижению урожаев на дефлированных почвах. Пример тому, содержание питательных веществ в слое 0-20 см карбонатных черноземов Ставропольского края до и после пыльных бурь 1969 г.: в совхозе "Изобильненский" Изобильненского района до пыльных бурь содержалось фосфора 21,9, калия 284 мг/кг почвы, после пыльных бурь соответственно 15,9 и 274 мг/кг; в колхозе "Дружба" Новоалександровского района 18,9; 368 и 13,6; 317 мг/кг. Недобор зерна в крае из-за пыльных бурь 1969, 1970, 1971 и 1977 гг. составил от 40 до 828 тыс т.

Активное освоение природных ресурсов пустынных и степных ландшафтов всегда сопровождалось дефляцией почв. Частота проявления пыльных бурь имеет существенную связь с распаханностью территории. Наиболее частое проявление пыльных бурь началось при распаханности территории более 50%. Изучение антропогенной дефляции показывает, что существует три стадии ее проявления: нормальная, если разрушение почв отмечается на отдельных участках и потери не превышают допустимых пределов; ускоренная – разруше-

ние почв на значительных площадях и потери почвы превышают допустимые пределы; катастрофическая – разрушение почв на обширной территории, а потери почв в несколько раз превышают допустимый уровень. Для катастрофической стадии ветровой эрозии характерны чрезвычайно большие потери почвы (в границах Ставропольского края, например, в течение года 80-265 млн т); увеличение мощности выдутого слоя почвы (от 1-3 до 20 см); широкое распространение (на сотнях, тысячах и даже миллионах гектаров) и большая продолжительность (15-40 дней и более) дефляции.

В литературе отсутствуют количественные показатели оценки антропогенного воздействия на природные ресурсы. Вместе с тем, согласно W. H. Wischmeier (1970), потери почвы от дефляции с обрабатываемых земель обратно пропорциональны площади поверхности, занятой растительностью. Поэтому степень дефляционной опасности антропогенного воздействия на земельные ресурсы можно выразить зависимостью (Е. И. Рябов, 1996)

$$A = C \cdot \frac{F}{N \cdot 100}, \quad (3.1)$$

где  $A$  – коэффициент дефляционной опасности антропогенного воздействия;  $C$  – процент сельскохозяйственных,  $F$  – пахотных,  $N$  – естественных кормовых угодий.

Наибольшая антропогенная дефляционная опасность существует в Краснодарском, Ставропольском краях и Ростовской обл.

### **3.3. Экологическая роль защитных насаждений**

#### **3.3.1. Защитные лесные насаждения в экологическом каркасе территории**

В последние десятилетия в связи с обострением экологических проблем природопользования и жизнеобеспечения, возрастанием экологической напряженности в активно осваиваемых человеком регионах развивается учение об экологическом каркасе территории как структурно-функциональном ее остове, включающем основные геоморфологические образования, воды, растительность, вещественно-энергетические потоки и связи, обеспечивающие нормальное существование и развитие всех биологических систем, включая ЗЛН (рис. 3.2).

*Под экологическим каркасом территории понимается сомкнутая система зон и узлов максимального напряжения гео- и биопотоков и их*

*наибольших градиентов.* При освоении любой территории ее экологический каркас рассматривается как ведущий показатель, влияющий на выбор наиболее эффективного и в то же время жестко регламентируемого режима природопользования. С его помощью проводится более объективная оценка и определяется назначение таких видов деятельности, которые обеспечивают во вновь формируемой среде благоприятные жизненные условия и ее охрану (Е. С. Павловский, 1990, 1999).

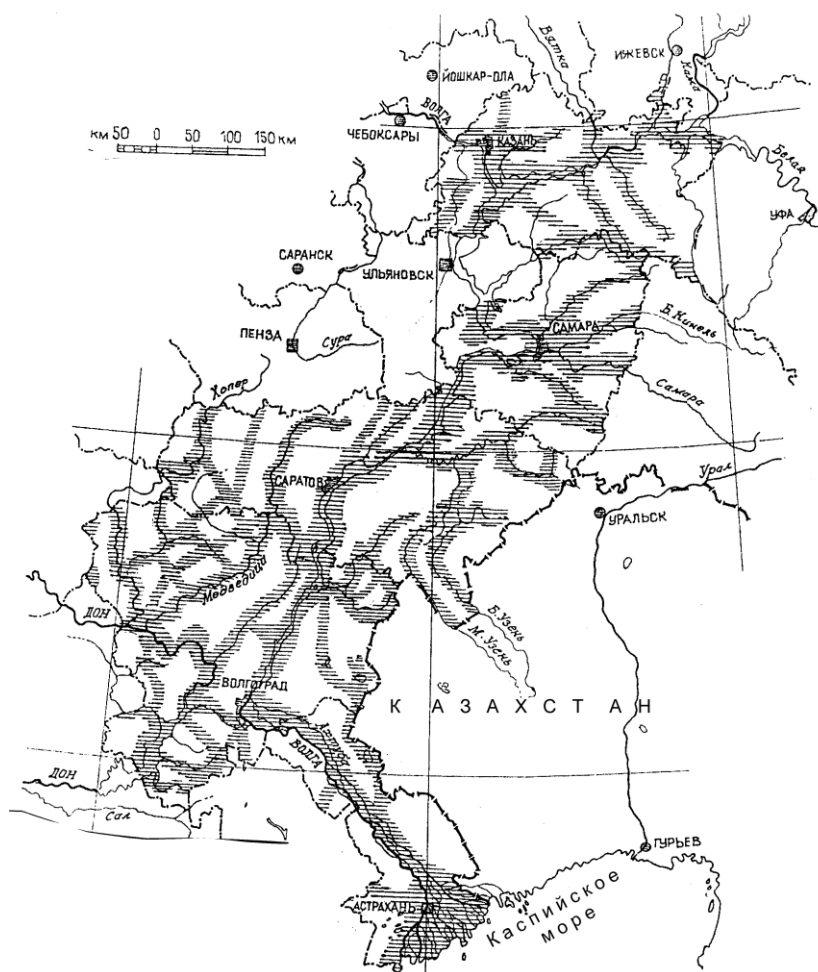


Рис. 3.2. Схема экологического каркаса Волжского региона

В агрофере всё агропромышленное производство ведется в условиях природно-антропогенных геосистем с участием (в большинстве случаев) естественных лесов, перелесков и искусственных ЗЛН. Независимо от систем земледелия, кормопроизводства, животноводства ЗЛН наряду с рельефом, геологическим строением, гидрографической сетью (ГС) и другими элементами ландшафта выступают как составная часть экологического каркаса агротерритории (ЭКАТ). Они определяют физиономию агроландшафта и существенно влияют на сельскохозяйственное производство.

ЗЛН в ЭКАТ могут быть представлены различными видами: полезащитные ветроломные и стокорегулирующие лесные полосы, противозерозионные инженерно-биологические системы (ПИБС), ГЗЛП, насаждения у водных объектов, дорог, населенных пунктов, зоолесомелиоративные и др., наибольшая эффективность которых достигается при размещении их с учетом особенностей ЭКАТ.

Во многих случаях ЗЛН являются основным пространственно-организующим элементом агроэкосистем, обладающим высокой устойчивостью и продолжительностью воздействия на среду. Все вместе ЗЛН входят в ЭКАТ, являясь существенной частью организации сельскохозяйственного производства. Лесомелиоративная часть ЭКАТ обладает достаточной жесткостью, поскольку насаждения, нередко усиленные гидротехническими сооружениями, представляют собой долговечные биоинженерные системы, прочно закрепляющие границы угодий или их отдельных частей.

ЗЛН наряду с естественными лесами, колками, байрачными естественными насаждениями и перелесками являются устойчивыми и биологически активными элементами ЭКАТ, обладают высоким биоэнергетическим потенциалом. Общая биомасса растительности лесоаграрного ландшафта в 5-10 раз выше, чем агроценоза на той же площади. Важно еще и то, что ЗЛН обладают выраженным экотонным эффектом, когда на рубежах между насаждениями, составляющими каркас, и соседними угодьями образуются особые зоны повышенной биоэнергетики. Здесь контактируют элементы обеих приграничных территорий; эти зоны выполняют важные ландшафтные функции (в том числе мембранные и барьерные), оказывая значительное влияние на строение и функционирование смежных экосистем (например, леса и поля, леса и воды, леса и пастбища). В сущности, это новые ремизы, и чем гуще их сеть на агротерритории, тем больше проявляется совместное влияние на нее ЗЛН и их ремиз.

ЗЛН в ЭКАТ имеют ведущее значение в качественном изменении зооценоза фауны позвоночных и беспозвоночных, грибной флоры, микробного населения. Меняются количественные соотношения, характер взаимодействия, уровни трофических связей между консументами и продуцентами. ЗЛН – это экологические ниши обитания и пути переселения многих птиц, животных, растений.

Все эти физические и биоэнергетические свойства ЗЛН наиболее эффективны, если находятся в сопряжении с ЭКАТ лесоаграрного ландшафта или сами образуют его на прежде безлесных территориях.

Это налагает ответственность при проектировании размещения разных видов ЗЛН, которое должно осуществляться с учетом особенностей ЭКАТ. При этом имевший место в прошлом прямолинейно-прямоугольный принцип размещения линейных насаждений может приобретать контурный, контурно-полосный, колковый характер, подчиненный геоморфологическим особенностям территории и естественному размещению основных узлов ЭКАТ.

### 3.3.2. Биоценотическое значение лесонасаждений

Лесные насаждения различного функционального назначения (в сельском хозяйстве, промышленности, водном хозяйстве, на транспорте и др.) "усложняют и разнообразят условия жизни" на занимаемой ими территории (Г. Ф. Морозов, 1931). Создание на аграрной территории системы взаимодействующих многопородных лесных полос сопровождается, как отмечают В. Н. Сукачев и др. (1964), вселением разнообразных организмов, усилением процессов экологической интеграции и дифференциации ландшафтов. Появляются многочисленные новые элементы и структуры, нехарактерные для безлесных экосистем. Это обуславливает яркое проявление краевого эффекта – тенденции к увеличению биоразнообразия и изменению плотности насекомых.

Изменения проявляются в расширении видового состава энтомофауны и микрофлоры, перераспределении численности насекомых разных трофических групп, распространении и развитии возбудителей болезней. Начинаются они с внедрения нетипичных видов, обладающих повышенной экологической пластичностью (рис. 3.3). С увеличением возраста насаждений и, соответственно, контрастности экологических условий тенденция преобразования состава насекомых и фитопатогенов усиливается. В структуре сообществ снижается доля участия сухолюбивых видов. Ряд ксерофилов, являющихся индикаторами биоценозов открытых экосистем, элиминируются за пределы агролесоландшафта.

Характерно, что в лесные полосы проникают неморальные виды вредителей и болезней, на лесозащищенных угодьях происходит накопление мезофильных организмов – типичных обитателей увлажненных биотопов. Это своеобразный индикатор, характеризующий выраженную мезофитность условий и состояние кормовой базы данных биоценозов.

Появление богатой трофической базы для дополнительного питания, сети разнообразных и взаимосвязанных экологических ниш в



Рис. 3.3. Особенности формирования биотических сообществ агролесоландшафта

сочетании с рядом других факторов обуславливает оптимальную среду существования жизнеспособных популяций полезной биоты, что адекватно сказывается на ее численности.

Лесные полосы оказывают существенное сглаживающее влияние на количественные показатели вредного комплекса в прилегающих агроценозах. На лесозащищенных посевах численность важнейших вредителей в 1,3-2,9 раза и развитие болезней на 1,7-15,6% ниже по сравнению с полями в безлесной степи. Это дает основание для использования системы лесополос в качестве важного экологического фактора оптимизации фитосанитарного состояния сбалансированных аграрных экосистем в масштабах севооборота и агролесоландшафта в целом.

Потенциальная способность насаждений к оптимизации фитосанитарного состояния в защищаемых агроценозах неодинакова. Одним из важнейших факторов, определяющих состав и численность биотических сообществ, является ассортимент деревьев и кустарников в лесных полосах. Влияние отдельных пород на энтомофауну и микрофлору межполосных полей в разных природных зонах неидентично. Так, в степной зоне лучший эффект в регулировании вредных организмов обеспечивают дубовые насаждения, а в сухостепной и полупустынной – лесополосы из вяза. Повышению регуляторной роли насаждений способствует введение в них хвойных пород (сосны обыкновенная и крымская, лиственница и др.), обладающих репеллентным действием.

В формировании биоты зернового поля имеют значение ширина



и рядность лесополос. На полях среди узких посадок (3 ряда) для части вредных организмов складываются менее благоприятные условия, нежели на посевах, прилегающих к многорядным (6-12 рядов) насаждениям. В результате в агроценозах с участием 3-рядных лесополос численность вредного комплекса в 1,8-2,1 раза ниже по сравнению с посевами, защищенными широкими насаждениями.

Одним из важнейших элементов управления фитофагами является конструкция лесополос. В связи с этим в агролесоландшафте особое значение приобретают лесохозяйственные мероприятия в искусственных насаждениях, в частности разреживание и реконструкция загущенных посадок путем вырубki отдельных рядов, обрезки боковых ветвей на деревьях и удаления подлеска.

Для лесозащищенного поля характерна ярко выраженная агрегированность биоты, отражающая мозаичность микроклиматических условий. В течение всего вегетационного периода наблюдается скученность особей некоторых видов насекомых и фитопатогенов на прилегающих к лесополосам зонах поля. Действие лесных полос более выражено в прилегающей к ним зоне.

Количество паразитов и хищников в шлейфовых зонах насаждений на 38-55% превышает аналогичный показатель в зоне, расположенной вне влияния лесополос. Более выражено реагируют на наличие лесной растительности паразитические насекомые. Аналогичная тенденция размещения зафиксирована для невредных фитофагов, которые в течение всего вегетационного сезона также концентрируются в прилегающих к лесным полосам зонах.

ЗЛН являются барьером, препятствующим распространению в агролесоландшафте патогенной микрофлоры, особенно аэрогенной инфекции. Более раннее проявление и интенсивное развитие инфекционных заболеваний также наблюдается в приполосных зонах, где формируются оптимальные условия для реализации биотического потенциала фитопатогенов. Мицелий мучнистой росы, например, поражает здесь почти все ярусы стеблестоя, чего нет в открытом поле. Наиболее выражена концентрация фитопатогенов с наветренной стороны лесополосы. Содержание спор возбудителей инфекционных заболеваний здесь в 3-8 раз больше, чем в противоположном биотопе (подветренная сторона), однако условия для сохранения и заражения инфекцией в последнем менее благоприятны, что подтверждает высокая гибель спор.

Максимальное развитие патогенной микрофлоры (сельхозкультур и сорной травянистой растительности) наблюдается в зоне смы-

кания: лесополоса – поле. В экотоне сосредоточиваются растения-резерваты инфекции: пырей ползучий, горец птичий, костры и др. Так, зараженность пырея ползучего в Поволжской АГЛОС бурой листовой ржавчиной составляла 55%, мучнистой росой 38%. Скашивание этих трав, проводившееся здесь и в Тимашевском опорном пункте, обеспечивало снижение развития болезней зерновых в прилегающей к полосе зоне поля в 1,5 раза.

Менее благоприятные условия (ниже относительная влажность воздуха, короче росяной период, больше скорость ветра) для развития патогенной микрофлоры складываются в середине лесозащищенного поля.

Способность биотических компонентов к агрегированности в определенных зонах поля постоянна и относительна, четко согласуется с экологической требовательностью, биологией, поведением насекомых и фитопатогенов. Это послужило основанием к использованию пространственной структуры биоты в качестве экологической основы для изменения тактики проведения активной борьбы с вредителями и болезнями путем перехода от сплошных обработок лесозащищенных посевов пестицидами к локальным, точечным.

Введение в агроландшафт ЗЛН, особенно многорядных, способствует улучшению качества природных вод и биологической продуктивности водоемов – ограничивает поступление биогенных элементов с сельхозугодий в водные экосистемы и предотвращает их эвтрофирование. В период весеннего снеготаяния лесные полосы существенно снижают содержание в стоке взвеси, азота и фосфора.

Защитные насаждения играют важную роль в предотвращении загрязнения водоемов патогенной микрофлорой. Как известно, наиболее опасными источниками биогенного заражения водоемов являются животноводческие комплексы. Создание вокруг них лесных насаждений в сочетании с организацией простейших инженерных устройств (валы, мелкие пруды и т. п.) позволяет в десятки раз снизить микробное загрязнение воды.

Изменение водных угодий под влиянием лесомелиорации проявляется в повышении прозрачности воды при одновременном снижении содержания взвеси, органических веществ, общего фосфора, а также улучшении кислородного режима на протяжении всего вегетационного периода. Кроме того, при этом наблюдается подъем биологической продуктивности (количество фитопланктона возрастает в 6-8 раз).

Санитарно-гигиеническая роль ЗЛН проявляется в снижении

распространения и концентрации вредных газов и пыли, улучшении качества воздушной среды защищенных ландшафтов.

Минимальный гигиенический эффект обеспечивают молодые двухрядные лесополосы (шириной 4 м) из вяза приземистого, имеющие защитную высоту 12 м и умеренно-ажурную конструкцию. С увеличением ширины и густоты насаждений гигиеническая эффективность их возрастает. Максимально снижают загрязнение воздуха спелые многорядные насаждения (шириной 26-40 м) смешанного породного состава, высотой 6-10 м, ажурные в верхней и плотные в нижней части, а также ажурно-продуваемые лесопарковые массивы 30-летнего возраста, состоящие из хвойных с примесью лиственных пород деревьев высотой 15 м. Оптимальное оздоравливающее действие оказывают 25-летние многопородные 4-5-рядные полосы шириной 15 м, высотой 12 м и ажурно-продуваемой конструкции. Гигиеническую функцию способны выполнять и молодые (6 лет) насаждения, состоящие из 6 рядов деревьев и кустарников, имеющие ширину 18 м, защитную высоту 4,5 м и плотную конструкцию. Их действие почти не уступает оздоровительной роли спелых вязовых и смешанных лесных полос.

Снижение санирующего действия насаждений любого возраста наблюдается, если в них не поддерживаются лесоводственными мерами уходов надлежащие конструкция и санитарное состояние.

Деревья и кустарники в процессе жизнедеятельности выделяют фитогенные летучие фракции. Фитонциды способны вступать в химические реакции с загрязняющими веществами, что ведет к снижению количества токсикантов в воздухе. Поэтому растения приобретают большое регуляторное значение в агроландшафтах. Установлено, что под пологом насаждений вблизи источников загрязнения содержание поллютантов в 2-3,3 раза ниже, чем на аналогичных безлесных участках агроландшафта. Вместе с тем следует отметить, что существует ряд видов растений, под воздействием фитонцидов которых не происходит улучшения состояния воздушной среды. По данным Т. П. Муха (1988), наибольшей гигиенической эффективностью (по показателю бихроматной окисляемости воздуха) обладают тополя (белый и пирамидальный), клен Траутфеттера, яблоня лесная, карагана древовидная, а также сосна обыкновенная, вяз приземистый и др. В то же время для бузины обыкновенной, ивы белой, березы пушистой, сирени обыкновенной, яблони культурной это нехарактерно. К числу "пылеемких" пород относятся яблоня лесная, вяз приземистый, робиния псевдоакация, сосна обыкновенная, клен ясенелистный, карагана

древовидная, бузина обыкновенная и др.

Обеспечение чистоты атмосферного воздуха в агроландшафтах возможно за счет создания многофункциональных лесных насаждений. Вблизи локальных очагов загрязнения целесообразно создавать многопородные посадки. При этом доля главной древесной породы, отличающейся наибольшей жизнеспособностью и устойчивостью к кислым газам, должна составлять не менее 1/2 от общего числа деревьев. Оставшаяся часть насаждения должна состоять из сопутствующих древесных пород и кустарников, способствующих лучшему росту главной породы.

Системы ЗЛН являются мощным экологическим фактором, определяющим рекреационно-эстетический облик лесоаграрных территорий. По выразительности, декоративно- и рекреационно-эстетическим свойствам выделяют следующие категории лесополос:

1 – здоровые монокультуры и многопородные насаждения, включающие высокодекоративные (береза повислая, черемуха, аморфа) или хорошо дополняющие друг друга по декоративности (сосна крымская + скумпия кожевенная, ясень ланцетный + робиния лжеакация + акация желтая и др.) породы. Значительно повышает рекреационно-эстетические качества посадок введение в их состав такой экологически пластичной плодово-ягодной культуры, как смородина золотая;

2 – лесные полосы менее удачного ассортимента по декоративности, удовлетворительного санитарного состояния;

3 – насаждения невысоких декоративных показателей, отличающиеся неудачным флористическим составом, наличием суховершинных деревьев и сохранностью 40% и ниже.

В лесонасаждениях формируются более комфортные микроклиматические условия для отдыха населения по сравнению с открытой степью. Наибольшие различия отмечены по показателям освещенности: в полупустыне они достигают 84-91, в сухой степи 77-93%. По относительной влажности воздуха различия соответственно 11-19 и 13-22%. Еще более повышает их рекреационные качества наличие ягод, плодов, грибов и лекарственного сырья.

Интенсивность антропогенного воздействия на лесные полосы изменяется в зависимости от природной зоны и удаленности посадок от населенных пунктов. Так, в Самарской обл. они используются почти на 40, а в Калмыкии – на 33%. Основными видами рекреационной деятельности в лесоаграрных ландшафтах являются собирательная рекреация, отдых в перерывах сельскохозяйственных работ, бивачная и автотранспортная рекреация.

Использование защитных насаждений в рекреационных целях при активном отдыхе существенно снижает запасы лесной подстилки, уплотняет верхний слой почвы и увеличивает ее объемную массу, подавляет микробиологические процессы в почве. Ввиду негативного влияния на защитные насаждения рекреационной деятельности с использованием автотранспорта, устройством кострищ, приводящей к повреждению среды, необходимо ограничивать такие виды рекреации, выделять и обустраивать специальные участки.

### **3.4. Теоретическое обоснование противодефляционной и противоэрозионной роли защитных лесонасаждений**

#### **3.4.1. Научные основы противодефляционной роли ЗЛН**

В системе лесных полос, как и в любом системном объекте, внутренняя взаимосвязь параметров и их взаимоотношение с внешними факторами определяют уровень проявления системных признаков. В этом плане важно рассмотрение функции главных параметров системы относительно физических процессов ветровой эрозии на облесенной территории. Ветровая эрозия почвы представляет собой физический процесс на границе раздела двух фаз – твердой (почвы) и газообразной (воздуха). Границей раздела служит поле, занятое сельскохозяйственными растениями или их остатками. Поверхность поля неоднородна в физическом и морфометрическом отношении. Крупные агрегаты почвы, сельскохозяйственные растения и пожнивные остатки, как выступы шероховатости, играют существенную роль в торможении воздушного потока подстилающей поверхностью и трансформации профиля скоростей в почвенном слое. Кроме того, с увеличением выступов шероховатости возрастают турбулентность воздушного потока и статическое давление в нем у подстилающей поверхности (рис. 3.4). В свою очередь, уровень статического давления создает условия для отрыва эрозионных частиц от поверхности почвы. Размеры выступов шероховатости и их частота на единице подстилающей поверхности определяют возможность отрыва эрозионных частиц и перемещения их по полю проникающими воздушными вихрями.

Таким образом, шероховатость подстилающей поверхности является важнейшей характеристикой системы лесных полос. Однако она сильно варьирует от периода предпосевных обработок почвы, ког-



В теоретических построениях некоторые ученые (А. Р. Константинов, Л. Р. Струзер, 1965) изменения скорости ветра при полосном облесении больших территорий также связывают со сплошной шероховатой поверхностью с крупными выступами шероховатости, роль которых выполняют лесные полосы.

Согласно их представлениям, в системе происходит потеря части кинетической энергии потока, обтекающего каждую лесополосу. Сумма потерь скоростей ветра в межполосных пространствах дает общее уменьшение скорости воздушного потока в системе. В лесополосах, расположенных одна от другой на расстоянии менее 30-40Н, не происходит восстановления вертикального профиля скорости ветра и его турбулентной структуры в направлении вдоль потока. При этом эффект следующей полосы накладывается на уже измененный поток. Влияние последующей лесополосы суммируется с остаточным влиянием предыдущей. Вся система создает подстилающую поверхность с большей шероховатостью, что обуславливает изменение среднего профиля скоростей воздушного потока над местностью. Достаточных опытных данных об увеличении параметра шероховатости в системе лесополос нет. В теоретических разработках есть лишь ценные сведения об отсутствии восстановления вертикального профиля скорости ветра в системе лесополос, расположенных менее чем через 30-40Н.

Согласно исследованиям Ю. И. Васильева (1974), вертикальный профиль скорости потока в системе лесополос существенно изменяется (рис. 3.5). Он имеет общие черты с профилем скорости над шероховатой поверхностью и лишь деформирован вблизи лесополос. Построение профилей скорости воздушного потока в полулогарифмических координатах свидетельствует об уменьшении угла наклона прямых к подстилающей поверхности по мере приближения к лесополосе. Иначе говоря, по мере приближения к лесополосе возрастает мощность слоя воздуха, где скорость потока равна нулю. Толщина этого слоя намного выше параметра шероховатости в открытом поле (рис. 3.6).

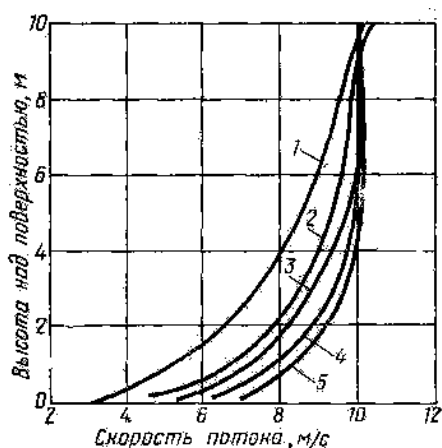


Рис.3.5. Профили скоростей воздушного потока в системе ажурных лесополос с промежутками 40Н на расстоянии 2Н (1); 10Н (2); 15Н (3); 20Н (4); в открытом поле (5)

Такая закономерность справедлива для ажурных лесных полос. Что касается

непродуваемых лесополос, то вертикальный профиль скорости потока на заветренной их опушке сильно деформирован благодаря образованию обратных воздушных потоков. За продуваемыми лесополосами профиль скорости потока также имеет сложную конфигурацию из-за его поджатия под кроной лесополосы. В системе ажурных лесополос, где скорость потока равна нулю, толщина слоя воздуха в целом больше параметра шероховатости в открытом поле и зависит от расстояния между лесополосами. Уменьшение расстояния между лесополосами сопровождается ростом толщины слоя воздуха, где скорость потока равна нулю (см. рис. 3.6).

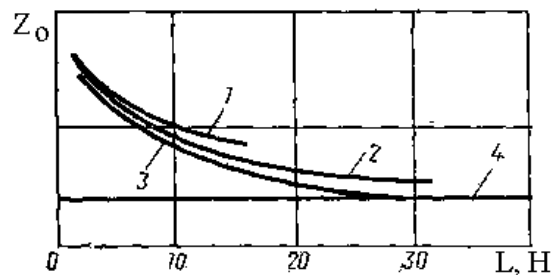


Рис.3.6. Изменение параметра шероховатости на межполосном поле при расстоянии между полосами  $20H$  (1);  $40H$  (2);  $60H$  (3); в открытом поле (4)

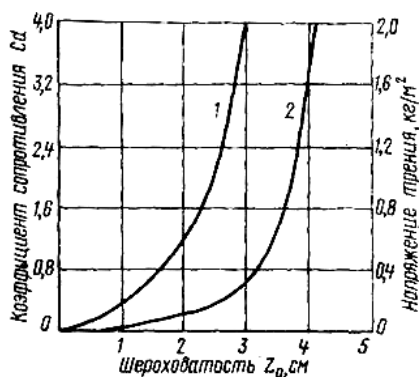
Рост параметра шероховатости поверхности поля, который достигается с помощью различных видов обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур, приводит к торможению воздушного потока в приземном слое воздуха. Величина коэффициента сопротивления трению  $C_d$  имеет следующую связь с высотой измерения  $Z$  и параметром шероховатости  $Z_0$ :

$$C_d = \frac{\chi}{\ln \frac{Z}{Z_0}}, \quad (3.2)$$

где  $\chi$  – коэффициент Кармана, равный 0,4.

Увеличение параметра шероховатости вызывает резкое увеличение коэффициента сопротивления трению для подстилающей поверхности (рис. 3.7). В связи с этим нижние слои воздуха на границе раздела двух фаз движутся медленнее в том случае, когда подстилающая поверхность представлена большими выступами шероховатости. Обтекание их потоком сопровождается потерей энергии. В связи с этим возрастают градиенты скоростей потока. Вблизи подстилающей поверхности торможение потока особенно резкое. При изменении параметра шероховатости от 0,5 до 4 см потеря скорости потока на высоте 10 см составляет 2 м/с. В результате трения потока о шероховатую поверхность возникает реакция, направленная вдоль потока по касательной к подстилающей поверхности (Л. Л. Прандтль, 1951) и представляющая собой касательное напряжение трения:





3.7. Зависимость характеристик воздушного потока на высоте 5 см от параметра шероховатости:

1 – коэффициент сопротивления, 2 – касательное напряжение трения

$$C_d = -CU'V', \quad (3.3)$$

где  $C$  – коэффициент,  $U'V'$  – соответственно горизонтальная и вертикальная составляющие пульсационных скоростей ветра.

Возрастание параметра шероховатости ведет к резкому увеличению касательного напряжения трения (см. рис. 3.7): в диапазоне  $Z_0 = 1-2$  см оно достигает  $0,1 \text{ кг/м}^2$ , но при  $Z_0 = 4$  см и при скорости потока  $5 \text{ м/с}$  возрастает еще резче и достигает величины  $1,7 \text{ кг/м}^2$ . Торможение потока снижает его транспортирующую скорость, а в связи с этим и эквивалентный перенос почвенного мелкозема, песка, пыли. Это видно из формулы

$$q = C \sqrt{\frac{d}{D}} \frac{\rho}{g} V_*^3, \quad (3.4)$$

где  $q$  – перенос песка;  $d$  – стандартный диаметр песчинки ( $0,25 \text{ мм}$ );  $D$  – диаметр дефлируемого песка;  $\rho$  – плотность воздуха;  $g$  – ускорение силы тяжести;  $V_*$  – динамическая скорость.

Заметим, что только снижение скорости потока на  $2 \text{ м/с}$  приводит к уменьшению переноса песка в 8 раз.

Аэродинамические исследования основных типов и разновидностей почв степной зоны страны позволили получить ряд функций потерь почв при выдувании в зависимости от скорости воздушного потока (рис. 3.8). Наименьшие потери от выдувания отмечены на почвах, характеризующихся крупнокомковатым строением верхнего слоя (солонцы, солонцеватые каштановые почвы и черноземы). Уменьшение эквивалентного диаметра почвенных агрегатов, слагающих поверхность почв, с ростом скорости воздушного потока вызывает резкое нарастание выдувания почвы.

В системе лесных полос, как отмечалось выше, существует довольно тесная связь между величиной скорости ветра в приземном слое воздуха и шероховатостью поверхности поля, ветропроницаемостью лесополос, их конструкцией, расстоянием между ними, а также выдуванием почвы. Поддержание величины параметра шероховатости затруднительно по ряду причин. Так, весной в период пыльных бурь количество агрегатов в верхнем слое почвы, устойчивых к дейст-

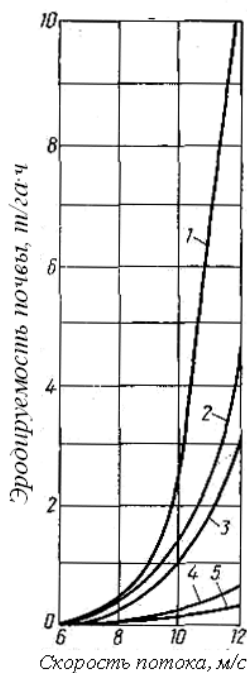


Рис. 3.8. Зависимость эролируемости почвы от скорости потока в аэродинамической трубе:

1 — чернозем обыкновенный карбонатный легкоглинистый, 2 — чернозем южный карбонатный легкоглинистый, 3 — чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый, 4 — темно-каштановая почва легкоглинистая солонцеватая, 5 — чернозем мощный среднеглинистый

вию ветра ( $d > 1-3$  мм), независимо от способов осенней обработки часто примерно одинаковое, ибо оно обусловлено генетическими свойствами почвы. Количество пожнивных остатков сильно варьирует в зависимости от вида сельскохозяйственных растений, способа посева, качества и количества урожая, методов уборки и обработки почвы. Однако в условиях почвозащитной системы земледелия диапазон  $Z_0$  весной составляет 1-3 см: выше в паро-зерновых севооборотах черноземной зоны и ниже — в каштановой зоне. Эти величины  $Z_0$  пригодны для расчетов.

Наилучший ветровой режим на облесенном поле складывается в системе ажурных лесополос с ветропроницаемостью 40%. Воздушный поток на межполосном поле такой системы характеризуется малодеформированными профилями скоростей ветра и наименьшей турбулентностью. С заветренной стороны падение давления воздуха наименьшее, что способствует стабилизации почвенных частиц на поверхности поля.

Расстояние между лесополосами, как параметр системы, определяет изменение ветрового режима. Средняя скорость ветра на поле пропорциональна расстоянию между основными лесополосами. Но если для защиты почвы от ветровой эрозии требуется снижение скорости ветра, то необходимо уменьшить величину этого параметра.

### 3.4.2. Научные основы противозерозионной роли ЗЛН

Мелиоративные функции противозерозионных ЗЛН определяются в первую очередь их влиянием на смыв и размыв почв и грунтов. Они обусловлены воздействием ЗЛН на комплекс естественных и антропогенных факторов формирования поверхностного (склонового) стока талых и дождевых вод — агента эрозионного процесса (ЭП). Эти факторы весьма разнообразны: гидрометеорологические (ветровой и тем-

пературный режимы, снегоотложение, промерзание и оттаивание почв, их увлажнение), почвенные (противоэрозионная устойчивость почв, их оструктуренность, гумусированность, гранулометрический состав, водопроницаемость и иные водно-физические и химические характеристики), геоморфологические (длина, крутизна, форма склонов), геологическое строение местности, степень распашки, наличие и состояние растительного покрова (сенокосы, пастбища, леса), система ведения сельского хозяйства – растениеводства и животноводства (способы обработки почвы, система севооборотов, поголовье скота и пастбищные нагрузки) – и т. п. Все это определяет сложность задачи создания системы противоэрозионных ЗЛН. Однако, поскольку сток талых и дождевых вод является причиной эрозии, то его уменьшение и безопасный сброс и определяют главную функцию противоэрозионных ЗЛН. Основную часть водосборов (обычно 75-90 % их территории), на которых проявляются ЭП, составляют склоны суходольной ГС (лощин и балок), поэтому важнейшую роль в системе противоэрозионных ЗЛН выполняют стокорегулирующие лесополосы (СЛП). Их размещают по контуру горизонталей перпендикулярно линиям тока (ЛТ), по которым происходит стекание воды со склонов. Контурные СЛП, выполняя ведущую роль в сокращении поверхностного стока путем его поглощения и безопасного сброса (отвода) по трассам лесополос обуславливают, по образному выражению Г. П. Сурмача, формирование каркаса противоэрозионных мероприятий. Наиболее существенные гидрометеорологические, почвенно-эрозионные функции СЛП иллюстрируются рис. 3.1 (разд. 3.1). Они во многом совпадают с мелиоративными функциями иных, в том числе ветроломных, ЗЛН. СЛП уменьшают скорость ветра как под их пологом, так и на межполосном пространстве, особенно в ближайшей (5-6Н), примыкающей к лесополосам, зоне. Уменьшение скорости ветра обуславливает повышенное снегоотложение в лесных полосах (особенно в плотных, ажурных и в меньшей степени ажурно-продуваемых) и приопушечной зоне. Повышенные снегозапасы оказывают сильнейшее влияние на глубину промерзания почвы. Это, в свою очередь, сильно увеличивает ее инфильтрационную способность, что и определяет главную функцию СЛП – их стокорегулирующий эффект. О влиянии СЛП на снегоотложение можно судить по данным табл. 3.2.

Знание закономерностей снегоотложения и влияния на него СЛП позволяет определить пути и разработать новые способы управления (см. гл. 5).

**Характер снегоотложения в системе контурных СЛП**

Место определения	Высота снега (числитель), см, и снегозапасы (знаменатель), мм, по годам					
	1986	1987	1988	1989	1990	среднее
Лесополоса	96/288	102/389	71/213	51/128	46/150	73/234
Шлейфовая часть	35/105	84/260	20/60	37/126	29/96	41/129
Межшлейфовая часть	18/54	48/148	13/69	10/34	13/43	20/64
Открытое поле	21/64	48/148	9/27	7/24	12/40	19/61

Специфический характер снегоотложения под воздействием СЛП обуславливает и характер увлажнения и промерзания почвы как в самих лесополосах, так и на полях, т. е. эти факторы влияют на эрозивно-гидрологические процессы (ЭГП) во взаимодействии как между собой, так и с антропогенными (лесные полосы).

Анализ литературных данных и исследования ВНИАЛМИ показывают, что в абсолютном большинстве случаев лесные полосы способствуют увеличению влажности почв весной за счет дополнительных снегозапасов, уменьшения глубины промерзания почвы (снег – мощный утепляющий фактор) и увеличения ее инфильтрационной способности. Неравномерное снегоотложение приводит к неоднородному увлажнению почвы. В лесополосах, шлейфовых и приопушечных частях межполосного пространства она увлажняется сильнее, чем в межшлейфовых частях и в открытом поле. При неравномерном распределении снега механизм снеготаяния и увлажнения почв на склонах следующий. В первую очередь освобождается от снега и оттаивает почва на межшлейфовых участках, где снегозапасы минимальны. Талая вода, поступающая сюда из шлейфов, поглощается оттаявшей сверху почвой и она дополнительно увлажняется. При равномерном распределении снега (в системе продуваемых лесополос) почва межшлейфовых участков увлажняется меньше. Лесные полосы в период весеннего снеготаяния способствуют сильному увлажнению почвы как в самих лесополосах, так и на полях. Однако в результате более интенсивного расходования влаги в течение лета деревьями и сельскохозяйственными растениями осенью запасы воды в почве в лесополосах, шлейфовых зонах и между шлейфами выравниваются, а иногда в лесополосах бывают даже ниже, т. е. почва в зиму уходит примерно в одинаковом состоянии по уровню увлажнения как в лесных полосах, так и на прилегающих к ним шлейфовых участках и вне их (табл. 3.3).

Таблица 3.3

## Характер увлажнения почвы (в слое 0-200 см) в СЛП и прилегающем поле

Место опреде- ления	Запасы влаги, мм, по годам									
	1964		1969		1971		1972		1973	
	вес на	осень	вес- на	осень	вес- на	осень	вес на	осень	вес- на	осень
Лесопо- лоса	680	420	465	445	560	390	660	370	700	405
50 м от ле- сополосы	495	420	505	530	510	545	605	390	660	465
Середина поля	495	330	455	490	540	455	620	370	640	440

Таким образом, лесные полосы, как антропогенный фактор, слабо воздействуют на природный фактор стока – увлажнение почвы в предзимний период: они или не оказывают существенного влияния на сток талых вод или способствуют некоторому его уменьшению.

Важным природным фактором стока, на который большое влияние оказывают лесные полосы, является глубина промерзания почвы. Талая или промерзшая на небольшую глубину (до 50 см) почва сохраняет высокую способность впитывать снеговую воду. Стока при этом, как правило, не бывает или он формируется незначительный независимо от уровня увлажнения почвы и снеготранспорта. При более глубоком промерзании формируется сток в соответствии с уровнем увлажнения почвы и снеготранспорта. В этом случае глубина промерзания не играет роли. Снег, обладая хорошими теплоизоляционными свойствами, предохраняет почву от промерзания. Лесные полосы, являясь мощным фактором снеготранспорта, в значительной степени воздействуют на характер промерзания почвы в зависимости от условий снеготранспорта и сроков наступления морозов как по природным зонам, так и по годам в одной зоне. Особенности снеготранспорта по природным зонам откладывают отпечаток и на характер влияния лесных полос на глубину промерзания почвы. Отопляющее действие снега на почву в значительной степени определяется сроками установления устойчивого снежного покрова и морозов. Для предохранения почвы от замерзания достаточно того, чтобы мощность снега была не больше 20-30 см к началу установления морозов и в дальнейшем увеличивалась до 50-80 см по мере их усиления. Такое количество снега часто накапливается в лесных полосах и вблизи них при первых же метелях. С полей без лес-

ных полос он, как правило, уносится, и почва остается незащищённой.

Обобщение и анализ 8-20-летних данных по глубине промерзания почвы в лесных полосах, под их защитой и в открытом поле (рис. 3.9) позволили выявить ряд фактов и зависимостей, из которых вытекают важные следствия. Почва предохраняется от замерзания или глубина промерзания её бывает небольшой в лесополосах и под снежными шлейфами. В межшлейфовых частях межполосного пространства и в открытом поле она промерзает глубоко и примерно одинаково.

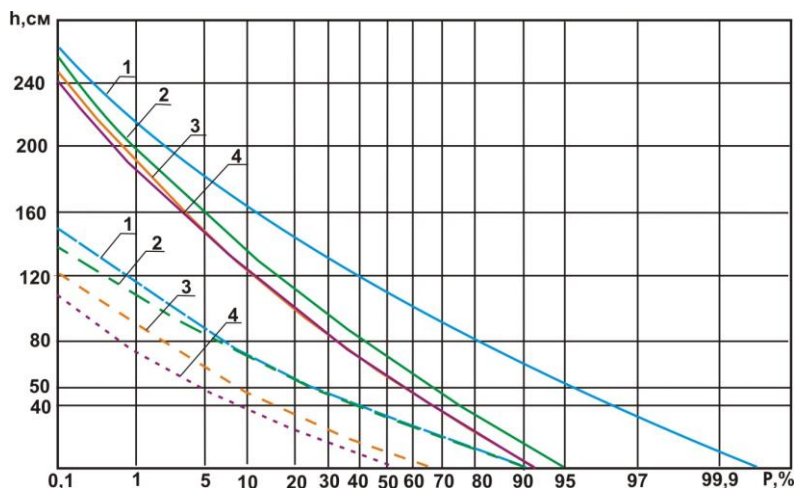


Рис. 3.9. Кривые вероятности превышения  $P$  глубины промерзания почвы  $h$  в открытом поле (сплошная линия) и в лесополосе (штриховая линия) в разных почвенно-климатических условиях:

1 – Западная Сибирь, 2 – юг ЦРНЗ, 3 – Нижнее Поволжье (г. Камышин), 4 – г. Волгоград

В лесостепи Западной Сибири на незащищенных полях и в межшлейфовых частях межполосных пространств в системе СЛП почва замерзала ежегодно и только один год из 30 глубина ее промерзания не превышала 50 см, а в годы 10%-ной вероятности превышения глубина промерзания составляла 170 см. В лесных полосах один год в 20 лет почва была совсем талой, а глубина промерзания до 50 см была 7-8 лет из 10. В годы 10%-ной вероятности превышения (1 год в 10 лет) почва промерзала только до 70 см. Средняя глубина промерзания в открытом поле составляла 114, а в лесополосах 34 см. Таким образом, лесные полосы здесь в значительной степени способствуют предохранению почвы от глубокого промерзания, что обуславливает повышенное водопоглощение. Причём в наибольшей степени это проявляется на склонах восточной, юго-восточной, западной и северо-западной экспозиций, т. е. там, где господствующее направление ветра и трассы контурных СЛП совпадают. В лесостепи европейской части Российской Федерации, где ветровой режим более однородный, средняя глубина промерзания почв в лесополосах составляет 33, а в открытом поле 72 см. Глубина промерзания меньше 50 см бывает в открытом поле при 25%-ной

вероятности превышения (4 года в десятилетие), а в лесополосах при 65%-ной вероятности (6-7 лет в десятилетие).

В Нижнем Поволжье роль лесных полос в предохранении почвы от промерзания значительно выше. На каштановых почвах средняя глубина промерзания почвы бывает в открытом поле 59 см, в лесополосах 26, на светло-каштановых почвах эти показатели соответственно составляют 70 и 20 см. Совсем почва не замерзает в лесополосах 3-4 года в десятилетие, а в открытом поле на каштановой почве один раз в 10 лет, на светло-каштановой один раз в 20 лет. Промерзание почвы до 50 см в лесополосах бывает в годы 90-97%-ной вероятности превышения, т. е. почти ежегодно она бывает талая или промерзает на небольшую глубину. В открытом поле в таком состоянии почва бывает в годы 40-50%-ной вероятности превышения, т. е. 4-5 лет в десятилетие.

Большие различия во влиянии лесополос на предохранение почвы от промерзания связаны с сочетанием сроков установления снежного покрова и морозов, а также с гидрометеорологическими условиями зимнего периода. Эти сочетания могут быть следующими.

1. Снег выпадает на талую или слабозамёрзшую (до 30-50 см) почву, сильных оттепелей нет, и он не стаивает в течение зимы, почва предохраняется от замерзания как в поле, так и в лесополосах и сохраняет высокую впитывающую способность; стока не бывает ни в поле, ни в лесополосах. Такие же условия могут создаваться, если почва в зиму уйдёт замёрзшей глубоко, но потом оттаёт после глубокой и продолжительной оттепели и выпадения снега.

2. Снег выпадает на талую или слабозамёрзшую почву, во время зимних оттепелей он в поле стаивает полностью, а в лесополосах и шлейфах (иногда только в лесополосах) частично, затем после наступления морозов почва в поле глубоко промерзает, а в лесополосах (и шлейфах) оставшийся снег предохраняет её от замерзания; почва здесь обладает высокой водопроницаемостью, и лесополосы хорошо поглощают воду, поступающую с поля.

3. Снегоотложение происходит одновременно с наступлением морозов. В лесополосах и на шлейфах сразу начинает откладываться снег, сдуваемый с полей. Почва в лесополосах промерзает слабо, а в поле на большую глубину. Если в течение зимы нет глубоких оттепелей с полным сходом снега в поле и в лесополосах, то почва в лесополосах может оттаять снизу и сохранит высокую впитывающую способность.

4. Снег выпадает раньше или одновременно с наступлением моро-

зов. Почва уходит в зиму талая или слабозамёрзшая. Во время глубоких оттепелей снег полностью стаивает, почва глубоко промерзает в поле и в лесополосах, впитывающая способность её значительно снижается.

5. Морозы наступают раньше установления снежного покрова, почва промерзает на большую глубину в поле и в лесополосах и в таком состоянии находится всю зиму независимо от наличия или отсутствия оттепелей и количества снега, водопоглощающая способность почвы становится слабой, а стокорегулирующая роль лесополос низкой.

Могут быть и другие сочетания условий, при которых стокорегулирующая роль лесополос в связи с промерзанием почвы занимает промежуточное положение.

Оценивая в целом влияние лесных полос на глубину промерзания, следует сказать, что с их помощью можно в значительной степени ее регулировать. Лесополосы во всех зонах способствуют уменьшению глубины промерзания. В Западной Сибири это влияние проявляется в наименьшей степени даже в условиях, когда в лесных полосах и около них образуются мощные сугробы снега. Это связано с тем, что почва здесь успевает промерзнуть глубоко до установления устойчивого снежного покрова. В условиях, когда снег распределяется равномерно в системе лесополос, влияние их на глубину промерзания снижается. В лесостепи европейской части РФ роль лесных полос в уменьшении глубины промерзания больше и возрастает при движении на юг и юго-восток.

Резюмируя изложенное о влиянии контурных СЛП на природные факторы стока (снегозапасы, увлажнение почв и глубину её промерзания), отметим, что лесополосы, оказывая мощное воздействие на снегоотложение, способствуют накоплению большего количества снега и при равномерном его распределении могут обуславливать повышение стока талых вод; при неравномерном распределении снега, когда образуются снежные сугробы, предохраняющие почву от глубокого промерзания, и водопоглощение сохраняется на высоком уровне, лесополосы способствуют сокращению стока; на предзимнее увлажнение почвы лесополосы мало влияют, поэтому сток от этого фактора почти не изменяется, т. е. они, воздействуя на влажность почвы, незначительно изменяют сток при уровнях других факторов выше лимитирующих.

Зная роль природных факторов в формировании стока и влияние на них лесных полос, можно управлять ими. В связи с тем, что СЛП наиболее мощно воздействуют на природные факторы ЭГП через сне-



гораспределительные функции, их и необходимо регулировать.

Что касается величин водопоглощения в СЛП, то этот вопрос рассматривается в гл. 5.

### **3.5. Роль ЗЛН в укреплении берегов рек, водохранилищ, оврагов и балок**

О высокой и многообразной мелиоративной роли ЗЛН на склоновых элементах ГС известно давно. Уже в первой половине XVII в. законодательно на государственном уровне выделялись запретные полосы леса вдоль судоходных рек с тем, чтобы защитить их от заиления и повысить водность в меженный период. Причем за самовольные порубки в них строго наказывали.

Многочисленные исследования водоохранной и стокорегулирующей роли насаждений позволили обосновать эффективность систем и отдельных видов ЗЛН, разработать принципы их размещения, параметры и площади.

Мелиоративная роль ЗЛН проявляется за счёт ряда факторов. Прежде всего это снижение скорости водных потоков (ложбинных с 0,7-1,3 до 0,3-0,4 м/с), а следовательно, и эродирующей способности. При этом кольматируется твердый сток.

Важным фактором является почвоскрепляющая роль корневых систем растений. Насыщенность ими лесной почвы в слое 0-30 см достигает 100 см/дм<sup>3</sup> и более. Устойчивость лесных почв к размыву обычно в 3-5 раз выше, чем полевых, и близка к целинным.

Исключительную роль в ЗЛН играет лесная подстилка. Она создает гидравлическую шероховатость и существенно снижает скорость водных потоков. Кроме того, способна поглотить при полном насыщении до 8-12 мм осадков. Более половины (до 5 мм) неэффективных летних осадков поглощает лесная подстилка, что препятствует формированию поверхностного стока.

При интенсивных ливнях кроны деревьев и особенно кустарников защищают почвенные агрегаты от разрушения за счет ударного действия капель (скорость их падения на поверхность земли превышает 7 м/с).

Лесные почвы в ЗЛН в хорошем состоянии обладают повышенной впитывающей способностью. При интенсивности дождя или скорости потока талой воды до 1,0-1,5 мм/мин поверхностный сток в ЗЛН не формируется. Неоценимо влияние ЗЛН на впитывание талой

воды в ранневесеннее время и в период зимних оттепелей. Глубина промерзания почвы в ЗЛН, как правило, меньше, чем на прилегающих полях, а скорость впитывания влаги талыми почвами значительно выше, чем мерзлыми.

ЗЛН создают для защиты берегов рек, водохранилищ, оврагов, балок. Они более эффективны в том случае, если являются частью системы противоэрозионных мероприятий. На берегах рек создают верхние, береговые и прирусловые лесополосы или массивы, а также кольматирующие лесонасаждения в устьях впадающих в водоемы оврагов и балок.

По берегам водохранилищ ЗЛН создают в водоохраных зонах, ширина которых в разных регионах составляет 500-2000 м. Здесь облесяют не пригодные для сельскохозяйственного использования "бросовые" земли, овраги, балки.

В запретных полосах водохранилищ шириной 100-200 м создают противоэрозионные, кольматирующие лесонасаждения, плантации ягодных и технических культур (смородина, шиповник, боярышник, ива и др.).

Для закрепления и облесения оврагов выращивают прибалочные лесные полосы, являющиеся составной частью систем ЗЛН, лесные насаждения на откосах и по днищам, а в устьях – кольматирующие посадки.

Помимо посадки прибалочных лесополос, облесяют полосами или сплошь берега и днища балок. Роль этих насаждений не ограничивается только защитой почв от эрозии, они являются эффективным средством хозяйственного использования этих малопродуктивных земель.

Система ЗЛН по защите прудов включает кольматирующие насаждения в их вершинах (лесополосы или массивы), противоэрозионные посадки по периметру пруда, лесные насаждения по мокрому и сухому откосам плотины. Ниже плотины высаживают древесные породы, обладающие высокой транспирирующей способностью (тополя, ивы и др.).

### **3.6. Природоохранные и социальные аспекты защитного лесоразведения**

ЗЛН, созданные на сельскохозяйственных землях, являются мощным средообразующим фактором: регулируют водный баланс и климат, предотвращают дефляцию и водную эрозию почв, повышают их плодородие, продуцируют кислород, нейтрализуют вредные про-

мышленные выбросы в атмосферу.

Насаждения существенно воздействуют на качество воды, поступающей в реки и водоемы. Академик В. И. Вернадский (1940) подчеркивал, что лесная почва настолько хорошо фильтрует сток, что с ней не сравнится химическая очистка воды в лаборатории. По данным Т. А. Королевой (1988), изучавшей влияние ЗЛН на очистку воды, поступающей с сельскохозяйственных полей, от животноводческих помещений и жилых массивов, содержание биогенных веществ в ней после прохождения через лесные насаждения уменьшалось в 1,5 раза.

Определенные ограничения на развитие сельского хозяйства накладывает загрязнение среды отходами промышленного производства. Выпадающие на почву соединения серы повышают ее кислотность, а другие ядовитые для растений элементы и соединения вызывают нарушение обменных процессов. Пылевые частицы, оседающие на растения, препятствуют нормальному тепло- и влагообмену листьев с атмосферой и этим ограничивают интенсивность фотосинтеза.

Влияние древесной растительности на дымовые выбросы, содержащие токсичные соединения, неоднозначно и зависит от многих факторов: концентрации, продолжительности и периодичности воздействия, времени года и суток. Многочисленные исследования показали, что при частых или постоянных воздействиях низких концентраций газов в тканях растений постепенно накапливаются токсичные соединения, в частности сера. Листопадные породы в этих условиях не гибнут, поскольку ежегодно обновляются листья. Таким образом, древесные растения, аккумулируя токсичные вещества, способствуют локализации разнообразных компонентов загрязнения, выполняют роль биологических очистителей воздуха. Газоустойчивые виды способны за вегетационный период поглощать от 300 до 780 г сернистого газа (на одно взрослое дерево).

В условиях загрязнения атмосферы хлором к концу вегетационного периода листья древесных растений накапливают в расчете на 1 кг сухого вещества от 25 (ива белая) до 41 г (ясень зеленый) хлора. В целом деревья ивы, тополя, ясени, имеющие как минимум 5 кг листьев (сухого вещества), способны поглощать за вегетационный период 200-250 г хлора, а кустарники, листовая масса которых составляет 2,5 кг, до 100-150 г.

При загрязнении атмосферы фенолами их содержание в листьях растений, произрастающих в санитарно-защитной зоне, в частности металлургического завода, достигало следующих показателей: у ро-

бинии обыкновенной 0,32 (контроль 0,05) мг/г, бирючины обыкновенной соответственно 0,19 и 0,01, бузины красной 0,23 и 0,05, шелковицы белой 0,28 и 0,02 мг/г.

Исследованиями выявлено, что многие древесные растения отличаются интенсивностью и емкостью поглощения аммиака и окислов азота. В этом отношении выделяются каштан, липа, гледичия, тополь канадский, ясень, клен остролистный, вяз приземистый, шелковица. Емкость поглощения указанных газов листьями этих растений достигает 10-20 мг/г абсолютно сухой ткани.

Установлено также, что летучие вещества фитонциды, выделяемые растениями, активны в химическом отношении: сталкиваясь в воздухе с частицами сажи, токсическими газами и органическими примесями, они вступают с ними в химические реакции, превращая их в безвредные вещества и удаляя из воздуха.

Санитарно-гигиеническая роль зеленых насаждений в первую очередь проявляется в их способности задерживать и осаждать промышленную пыль. Насаждения оказывают сопротивление воздушному потоку, несущему в себе пылевые частицы, в силу чего последние выпадают из потока, а под действием гравитационных и электростатических сил (прилипания) оседают на листьях, ветвях, стволах растений.

Иногда высказывается мнение, что достаточно устранить дымовые отходы путем установки высокоэффективных дымоулавливателей, как проблема будет решена. Однако полная ликвидация промышленных дымовых отходов практически трудно осуществима, поэтому значение древесной растительности, являющейся хорошим естественным фильтром и поглотителем вредных веществ из воды, почвы и атмосферы, неоспоримо.

В ходе производственных процессов в металлургической, топливной, химической промышленности, на ТЭЦ и в других производствах интенсивно потребляется кислород из атмосферы и выделяется углекислый газ. Если перед человечеством еще не стоит задача пополнения кислородом атмосферы промышленным путем, то избыток углекислого газа уже порождает проблемы планетарного масштаба. На сегодня наиболее эффективным средством регуляции газообмена остается древесная растительность. Поэтому ЗЛН в агропромзонах крупнейших индустриальных городов играют существенную роль в утилизации углекислоты и насыщении атмосферы кислородом. Известно, что на образование 21 т древесины (независимо от породы) поглощается в среднем 1,83 т углекислоты и выделяется 1,23 т кисло-

рода. Так, на образование фитомассы древесной растительности, произрастающей в агропромзоне гг. Волгограда и Волжского (42,1 тыс га), пошло 35-40 тыс га углекислого газа, при этом количество выделенного кислорода (с учетом его расхода на дыхание самих растений, гниение опада и т. д.) составило 1190 тыс т, что равняется энергетическому эквиваленту (при промышленном производстве) 28432 ТДж.

Снижение концентрации вредоносных газов с подветренной стороны лесных полос агропромзоны способствует предотвращению или снижению ущерба в сфере сельскохозяйственного производства. Исследования по влиянию лесных полос на снижение ущерба, наносимого растениеводству загрязнением окружающей среды, проводились в хозяйствах Михайловского района Волгоградской обл. (загрязнитель – цементный завод), в Кинель-Черкасском районе Самарской обл. (нефтеперерабатывающие установки), вблизи промышленных предприятий г. Мценска Орловской обл. При этом было установлено, что лесные насаждения снижают потери урожая, вызываемые воздействием вредных веществ, зерновых на 1,6 ц/га, подсолнечника на 0,7 ц/га, трав на сено на 1,6 ц/га. Предотвращенный ущерб одним гектаром насаждений составляет от 3,1 до 9,6 тыс руб (в современных ценах).

Санитарно-гигиеническое значение защитных насаждений тесным образом связано с их средозащитными свойствами и социальной ролью (улучшаются условия труда и отдыха сельских тружеников, уменьшается текучесть кадров, снижается заболеваемость, сокращаются затраты на эксплуатацию техники). По данным Т. П. Муха (1988), на полевых станах в зоне действия лесных полос содержание оксидов азота в воздухе снижалось в 1,7 раза, окиси углерода в 1,5, пыли в 2,7 раза. В облесенной местности меньше заболеваемость населения, обусловленная загрязнением среды. Так, в облесенной группе хозяйств Михайловского района Волгоградской обл. на одного работника в среднем за год приходится 5,5 пропущенных по болезни дня, в малолесной 6,7.

Социальная роль защитных насаждений заключается не только в формировании окружающей среды, но и в возможности утилитарной рекреации, т. е. сбора плодов, ягод, грибов для личного потребления как городским, так и сельским населением. Систематическое использование свободного времени сельскохозяйственными работниками для активного отдыха в лесных насаждениях повышает производительность труда в среднем на 8,3%.

### 3.7. Фауна и флора лесоаграрных ландшафтов

Лесомелиоративное обустройство агроландшафта вызывает существенное изменение биотических сообществ, начинающееся с внедрения нетипичных видов и ряда организмов, обладающих повышенной экологической пластичностью.

*Энтомофауна* трансформированных аграрных территорий включает более 2000 видов. В агролесных комплексах доля наиболее разнообразно представленных отрядов насекомых на 19-21% выше, чем в агроландшафтах без участия лесополос.

Среди насекомых лидирующее положение по количеству видов занимает отряд Coleoptera (690 видов). Значительно менее разнообразно представлены Hymenoptera (160), Lepidoptera (135), Diptera (120), Hemiptera (112), Homoptera (96), Orthoptera (75). Участие других отрядов в составе энтомоценоза невелико.

В защитных насаждениях аридной зоны зачастую дают вспышки массового размножения листогрызущие чешуекрылые. Для дубовой зеленой листовертки характерны хронические очаги. Обычно массовое размножение ее происходит в комплексе с другими видами этого семейства (палевая, боярышниковая, розанная и пестро-золотистая листовертки), которые повреждают дуб и ряд плодовых культур. Периодически дают совместные вспышки массового размножения и нередко полностью уничтожают листву в кронах деревьев непарный и кольчатый шелкопряды, златогузка, зимняя пяденица, пяденица-обдирало, пяденица-шелкопряд, волосистая. В ранневесенний период они повреждают многие породы – дуб, вяз, березу, липу, клен, некоторые плодовые породы.

Дуб, березу в летний период может повреждать лунка серебристая, тополь – ивовая волнянка. Эти филлофаги представляют особую опасность для лесных полос, поврежденных ранневесенним комплексом вредителей, так как дефолиация первичной, а затем и вторичной листвы приводит к усыханию древостоев. Вязу в течение всего лета сильно вредит ильмовый листоед, имеющий в южных районах страны три-четыре генерации. К опасным вредителям сосновых насаждений относятся сосновый шелкопряд, сосновая совка, а также обыкновенный и рыжий сосновые пилильщики, красноголовый и звездчатый пилильщики-ткачи. Существенный ущерб причиняет сосновый подкорный клоп.

Ощутимый вред, особенно молодым посадкам, способны нанести многочисленные виды клещей и тлей (большая акациевая, вязо-

вые, яблонные, дубовые и др.). При их массовом размножении начинается скручивание и опад листьев, нередко наблюдается усыхание сильно поврежденных побегов.

Взрослые лесные полосы нередко страдают от стволовых вредителей. Причем многоядные ксилофаги зачастую поражают здоровые деревья: древоточец пахучий – дуб и ильмовые; различные заболонники – ильмовые насаждения; усачи, златки – дуб, тополь, ивовые; короеды, златки, усачи, вертуны – сосну.

На лесозащищенных полях зафиксировано 836 видов насекомых. В отличие от посевов, расположенных в открытой степи, здесь присутствует ряд насекомых-мезофилов, в определенной степени связанных с лесополосами и их опушками. К таким видам относятся зеленая цикадка, пенница жесткокрылая, вязово-злаковая тля и др. В то же время для агролесоландшафтов характерно вытеснение из состава полевых энтомоценозов целого ряда насекомых-ксерофилов: конек, травянка Фишера, ряд жуков и др.

Конструирование лесоаграрных комплексов существенно изменяет экологическую обстановку (температура, влажность, инсоляция, скорость ветра) на лесозащищенных полях, что благоприятно сказывается на жизнедеятельности и размножении ряда видов из числа цикадок, тлей, щитников-черепашек, трипсов, злаковых мух. В отдельные годы некоторые из них дают вспышки массового размножения. В то же время капустная моль, восточный горчичный листоед, пилильщик рапсовый и ряд других в системе лесных полос никогда не встречаются в таких больших количествах, как на посевах в безлесной степи.

Большую роль в формировании разнообразия энтомофауны играют нераспахиваемые опушки лесонасаждений с богатым естественным разнотравьем, которые являются, по сути, целинными участками. Данные биотопы в отдельных агролесоландшафтах по видовому обилию обитающих в них насекомых опережают даже природные фитоценозы, здесь встречаются не только степные виды, но и характерные для полевых и лесных биотопов насекомые, например некоторые скакуны, тускляки и жужелицы. Наиболее высокой численности здесь достигают полезные насекомые из числа наездников, сирфид, тахин, пчелиных и др.

Характерной особенностью энтомоценоза агролесной экосистемы является наличие неморальных (лесных) видов.

В адаптивных ландшафтах можно выделить 12 экологических групп насекомых. Из них 8 относятся к числу фитофагов (63,6% от

всех выявленных видов), среди которых более разнообразным составом отличаются листогрызущие насекомые – 32,1%. Несколько менее представлены почвенные насекомые – 11,5%. Довольно мала по составу группа ксилофагов – 3,3%. Еще меньшее участие в формировании энтомоценоза принимают хвоегрызущие виды и минеры – 1,1 и 0,8% соответственно. Наименее богаты по составу группы внутристеблевых насекомых и трубновертов – 0,6 и 0,3% соответственно.

Среди растительноядных насекомых в лесоаграрном ландшафте преобладают (39,8%) типичные обитатели полевых ценозов. Менее обильно представлены лесные виды (11,6%). Долевое участие общих для данных биоценозов фитофагов составляет 12,2%.

Полезная биота (энтомофаги и опылители) включает 452 вида, 31,2% от общего видового разнообразия. Богатым составом отличаются энтомофаги (28,1%). Основное ядро данной группы (около 80%) представлено хищными насекомыми, большинство которых относится к отряду Coleoptera. На долю паразитических насекомых приходится около 20% всех энтомофагов. Наименее значимую роль в составе полезного комплекса играют опылители – 3,1% от общего количества видов.

Из других экологических групп насекомых в агролесоландшафте встречаются сапрофаги (3,1%) и прочие виды (2,1%) энтомоценоза, приуроченные преимущественно к ЗЛН и их опушкам.

Введение в агроландшафт многопородных полифункциональных насаждений способствует увеличению (в 2-4 раза) видового разнообразия *позвоночных животных*. В лесомелиоративно обустроенных комплексах обитают свыше 220 видов птиц, 52 вида млекопитающих, 10 видов рептилий и 6 видов амфибий, что составляет более 80% всех позвоночных степной зоны.

Характерно, что плотность заселения лесоаграрных ландшафтов видами-эврибионтами и даже типичными "степняками" превышает таковую безлесных экосистем. Особенно ярко это проявляется в агролесоландшафтах, включающих необрабатываемые территории с естественной растительностью (заказники), посевы многолетних трав и отличающихся минимальной рекреационной нагрузкой, отлаженным охранным режимом.

Некоторое представление о составе фауны позвоночных лесоаграрных ландшафтов дает табл. 3.4.

Разнообразие позвоночных животных лесоаграрной территории тесно связано с параметрами защитных насаждений. Причем представители разных таксономических групп неоднозначно реагируют на эти



Таблица 3.4

**Состав позвоночных животных агролесоландшафтов в различных пунктах степной зоны юго-востока европейской части РФ**

Таксоны	Число видов		
	Поволжская АГЛОС	Обливское ОПХ	К-з "Родина" Аст- раханской обл.
Птицы, в т. ч.:	59	109	33
воробьиные	37	49	16
дневные хищники	6	13	8
голубеобразные	4	4	2
курообразные	2	3	1
совообразные	1	5	–
дятлообразные	2	2	–
прочие	7	31	6
Млекопитающие, в т. ч.:	19	32	14
грызуны	10	15	6
хищники	4	8	3
парнопалые	3	4	1
прочие	2	5	4
Пресмыкающиеся	3	5	4
Земноводные	2	3	1
Всего	83	149	52

показатели. Так, состав и численность амфибий определяются главным образом степенью сомкнутости крон, влажностью воздуха и почвы в древостоях. Для рептилий характерна обратная связь. Они населяют преимущественно осветленные и полусветленные посадки с сухим и свежаватым типами увлажнения. Млекопитающие предпочитают спелые широкие лесные полосы плотной конструкции из лиственных древесных и кустарниковых пород. Здесь обитают наиболее разнообразные по составу и многочисленным сообществам этих животных. Наименее богатые по составу и численности сообщества указанной группы животных обитают в молодых 3-4-рядных продуваемых лесополосах.

Закономерности формирования фауны и населения птиц более сложны. Ведущую роль в формировании орнитофаунистических сообществ играют тип и возраст древостоя, определяющие разнообразие биотопов и трофические связи. Повышению плотности птичьего населения (в 2-3,5 раза) способствует введение в лесополосы деревьев с мощной кроной. Особую роль при этом играют кустарниковый подлесок и травостой, обеспечивающие птиц убежищами и богатой трофической базой.

Характерно, что широкое разнообразие орнитофауны и повышенная плотность птиц в агролесоландшафте поддерживаются на протяжении всего года. При этом от 40 до 50% зарегистрированных видов встречаются здесь лишь на пролете. В холодный период в лесополосах находят убежища 10% птиц, доля представителей залетной группы не превышает 5-7%. Ряд птиц используют лесные насаждения в качестве "биокооридоров". Это такие редкие виды, как орлан-белохвост, змеяяд, могильник, дрофа, стрепет и др.

Лесоаграрные ландшафты являются резерватами многих хозяйственно-ценных и значимых, в том числе "краснокнижных", видов птиц: орлан-белохвост, беркут, орел-карлик, сойка. К новым условиям прекрасно адаптировался интродуцированный здесь фазан.

Изучение роли позвоночных животных в трансформированных ландшафтах показало тесную связь ее с характером деятельности организмов разных групп. Так, мышевидные грызуны в этих условиях уничтожают около 1% урожая, при этом часть переработанного вещества (менее 0,5%) возвращается в экосистему в форме экскрементов. Вред, причиняемый копытными (олень европейский) и кабанам, также невелик. Насекомоядные птицы охотятся преимущественно в кронах древостоя и на сельскохозяйственных угодьях. Они используют в пищу, как правило, массовые виды насекомых, в том числе опасных лесных и полевых вредителей. Хищные птицы оказывают регулирующее воздействие на такие группы животных, как мышевидные грызуны, реже пресмыкающиеся и мелкие птицы. В питании хищных млекопитающих велика роль грызунов и насекомых (пластинчатоусые, жуки, усачи, мертвоеды и др.). Они питаются также птицами, преимущественно врановыми и наземногнездящимися (овсянки) видами.

*Микрофлора* агролесоландшафта включает около 400 видов. Доминирует класс Плодосумчатых грибов (Euascomycetes), представленный 87 видами. К числу хозяйственно-опасных патогенов относятся специализированные формы мучнисторосяных грибов (*Erysiphe cuminis* и *E. graminis* D. C.), паразитирующих на отдельных сельскохозяйственных культурах. *E. graminis* – возбудитель мучнистой росы злаков – включает ряд специализированных форм, способных паразитировать на растениях только рода пшеница или рожь, ячмень, житняк и т. д. и древесных породах (*Microsphaera alphitoides* – на листьях и побегах дуба; *Uncinula aceris* – на листьях клена; *Phyllactinia suffulta* – на ясене, тополе, березе и др. породах; *Uncinula salicis* – на иве, тополе, осине; *Leveillula halaxyli* Golob. – на саксауле и др.)

Несколько уступает ему по разнообразию класс Целомицетов (Coelomycetes), включающий 80 видов. Среди них к числу широко распространенных и вредоносных относятся *Phomopsis helianti*; *Ascochyta graminicola*, *A. fagorum* и др. Типы болезней, вызываемых этими грибами, разнообразны – пятнистости листьев, гнили плодов и семян, некрозно-раковые заболевания древесных пород. Наиболее вредоносными являются следующие возбудители: *Monilia cinerea*, вызывающая плодовую гниль косточковых и монилиальный отек яблони; *Botrytis cinerea* – гнили плодов и семян; *Helminthosporium* – возбудитель корневой гнили, пятнистости листьев, сажистого налета на колосе и "черного зародыша" семян злаков; грибы рода *Fusarium* – возбудители полегания всходов, увядания растений, плесневения и загнивания семян и луковиц и др. Большой интерес в связи с высокой вредоносностью представляет *Russinia tritici* – возбудитель бурой ржавчины пшеницы.

Другие классы значительно менее разнообразны. Долевое участие их в составе микромицетов колеблется на уровне 13,5-0,25%. В лесных полосах аридной зоны на дубе паразитируют грибы *Stereum* (*S. frustulosus*), на сосне – *Phellinus* (*P. pini*), на березе – *Inonotus* (*I. obliquus*) и *Polyporus* (*P. betulinus*). Особенно вредоносен опенок осенний (*Armillaria mellea*), вызывающий белую комлевую гниль многих древесных растений.

Экологическая структура микробоценоза включает 5 групп фитопатогенов. Особенно богатым составом отличаются листостеблевые патогены (300 видов). Из них 67% относятся к числу возбудителей болезней полевых культур. Значительно менее разнообразен состав микромицетов генеративных органов (51 вид), стволов и ветвей (46 видов).

В лесомелиоративно обустроенных комплексах сосредоточено 34 вида естественной травянистой флоры. Пополнение видового состава разнотравья происходит в черноземной зоне за счет флоры байрачных лесов и лугов, в каштановой – за счет мезофитных видов и теневыносливых представителей нижних ярусов травостоя. Наиболее богатые флористические комплексы с преобладанием нектароносных трав сосредоточиваются на закрайках лесонасаждений, что способствует увеличению разнообразия флоры агролесоландшафтов в 2-5 раз. В результате здесь формируются оптимальные условия для жизнедеятельности паразитических и хищных насекомых. С увеличением возраста древостоев залежная растительность закраек лесополос приобретает более мезофитный характер. Вследствие низкой освещенности под пологом взрослых лесных полос и наличия сформировавшейся-

ся лесной подстилки в них отсутствуют степные и сегетальные (сорно-полевые) виды трав. Поэтому лесные полосы не являются ни резерватами, ни местами распространения сегетальных видов.

В прилегающих к лесополосам агроценозах на расстоянии 5-10Н наблюдается преобладание мезофитных видов травостоя. Наибольшая масса и количество сорных растений в облесенных агроценозах наблюдается в шлейфовых зонах межполосного пространства, в них экономически целесообразно применение гербицидов. Во второй зоне можно обходиться без обработки посевов гербицидами за исключением влажных лет. Общая продуктивность естественного разнотравья облесенных агроценозов в 1,2-1,8 раза выше открытых.

Закрайки ЗЛН в зоне обыкновенных и южных черноземов являются дополнительным источником кормов. Для рационального использования земли на закрайках лесных полос, предотвращения накопления на них сорных трав, создания благоприятных условий для развития энтомофагов необходимо после смыкания насаждений засеивать опушки многолетними травами (нектароносами, злаково-бобовыми травосмесями и др.), затраты на создание здесь злаково-бобовых травосмесей окупаются на второй год.

### **3.8. Системы защитных лесонасаждений, защищённость территории, оптимальная лесистость**

Системы ЗЛН – это совокупность искусственных и естественных агролесомелиоративных насаждений различного назначения, расположенных в определённом порядке на территории агроландшафта и полностью охватывающих его своим влиянием. Система ЗЛН в агрофере образует агролесоландшафт, где эффективное экологическое воздействие насаждений обеспечивает сохранение плодородия почв, повышение продуктивности угодий (пашни, садов, пастбищ и др.), защиту их от водной эрозии и дефляции, улучшение гидрологических условий, создание благоприятного микроклимата, комфортной среды для человека и животных. В ландшафтную систему ЗЛН входят насаждения не только сельскохозяйственного назначения, но и других видов, например вдоль железных и автомобильных дорог, по берегам рек, государственные лесные полосы, лесные колки, которые граничат с сельскохозяйственными угодьями и оказывают на них своё влияние.

В зависимости от основного назначения ЗЛН различают системы противоэрозионные, противодефляционные, на аридных пастби-

цах, комбинированные. Отличаются они по площади, форме и размещению в них лесных насаждений. Так, главными составляющими в противоэрозионной системе ЗЛН являются СЛП на склоновых землях с контурным их размещением, приовражно-балочные вдоль бровок оврагов и балок, а также куртинные или сплошные посадки по днищам и откосам оврагов и балок.

В противодефляционной системе основная роль принадлежит ветроломным ПЗЛП, создаваемым на плоских равнинных землях. Размещают их, как правило, в двух взаимно перпендикулярных направлениях с основной полосой поперек наиболее вредоносных ветров, господствующих в данной местности (суховеи, метельные, вызывающие пыльные бури).

Система насаждений на аридных пастбищах состоит из полосных или групповых древесных, кустарниковых и полукустарниковых посадок мелиоративного назначения.

Комбинированные системы создаются на территориях с одновременным проявлением эрозионных и дефляционных процессов и состоят из противоэрозионных и противодефляционных насаждений в комбинациях, обеспечивающих оптимальную защиту угодий.

Показателем системности ЗЛН является полное выполнение ими главной их функции в возрасте зрелости.

Понятие защищенности территории относится в основном к сельскохозяйственным угодьям и связано с ветрогасящей способностью лесных полос, зависящей от их защитной высоты, конструкции и местоположения. Установлено, что наибольшая дальность влияния ПЗЛП продуваемой конструкции 30Н (5Н с наветренной стороны, 25Н с заветренной). Для насаждений плотной конструкции она составляет 0,7 от максимальной, ажурной 0,8.

Защищенность территории с учетом всех видов насаждений – это отношение площади угодий, находящихся в зоне их влияния, ко всей площади территории:

$$Z = \frac{ДННК(L_o + L_b) - Д^2Н^2N}{100S}, \% \quad (3.5)$$

где  $Д$  – дальность влияния лесных насаждений, выражаемая в высотах;  $Н$  – средневзвешенная защитная высота лесных насаждений, м;  $N$  – количество облесенных полей;  $K$  – средневзвешенный коэффициент влияния конструкции лесных насаждений;  $L_o, L_b$  – протяженность (длина) основных и вспомогательных лесных полос, м;  $S$  – общая площадь территории, га.

Защищённость – величина переменная, зависит от возраста ЗЛН, (достигает максимального значения в возрасте зрелости), протяженности и ширины лесных полос и опушек массивных посадок. Размещение лесных полос должно обеспечивать в возрасте зрелости 100%-ную защиту полей.

Для определения насыщенности территории лесными насаждениями используется показатель облесенности территории, который представляет собой отношение всех видов лесных насаждений к общей площади хозяйства, района, области, республики, страны в целом. При этом выделяется защитная лесистость как показатель обеспеченности сельскохозяйственных земель или сельскохозяйственных угодий лесомелиоративными насаждениями.

Наиболее полно и эффективно ландшафтообразующая роль лесных насаждений проявляется при оптимальной лесистости. Критерии оптимизации агроландшафтов вытекают из удовлетворения общественных потребностей в продукции сельского хозяйства при минимальных приведенных затратах и удобства проживания людей при сохранении экологического равновесия в окружающей среде. Оптимизированные агроландшафты должны обеспечивать высокую сельскохозяйственную продуктивность земель, экономическую эффективность аграрного производства, неистощительное пользование природными ресурсами и благоприятную экологическую среду для жизни людей (Е. С. Павловский, 1991). Отсюда следует главный принцип создания ЗЛН на сельскохозяйственных землях – это оптимальное соотношение лесных полос и сельхозугодий, что предполагает такое их количественное и пространственное размещение на данной территории, которое предотвращает развитие дефляционных и эрозионных процессов с возможно большим агрономическим эффектом при минимально занимаемой ими площади.

Все агролесомелиоративные мероприятия носят региональный характер в зависимости от природно-хозяйственных факторов и в соответствии с агролесомелиоративным районированием страны. Каждому агролесомелиоративному району (АЛМР) соответствует свой набор насаждений и оптимальное соотношение их между собой с учетом особенностей конкретных территорий. Исходя из разработанных ВНИАЛМИ инструктивных указаний по проектированию и выращиванию ЗЛН, экономисты института рассчитали нормативы отвода пашни под ЗЛН по АЛМР страны с учетом природных зон и на их ба-

зе определили прогнозные объемы агролесомелиоративных работ в целом по стране и по ее отдельным регионам.

Ведущим принципом проектирования должен быть ландшафтно-экологический, при котором размещение ЗЛН увязывается с особенностями рельефа, почв, водного и ветрового режима. В связи с изменением государственного устройства страны будут меняться и принципы земельного проектирования. С развитием фермерских хозяйств на смену огромным полям, где применялся один и тот же набор приемов земледелия, приходят менее крупные поля. Это обуславливает необходимость более гибкого применения средств агролесомелиорации. Расчеты, проведенные в отделе экономики ВНИАЛМИ, показали, что если норма отвода пашни на равнинных землях, подверженных дефляции, для крупных хозяйств составляет в лесостепной зоне 2%, то для крестьянских (фермерских) хозяйств при рациональном размещении полос ее можно снизить до 1,5%, соответственно в степной зоне с 2,85 до 2,4%, в сухостепной с 3,6 до 3,0%, в полупустынной с 6,7 до 5,0% с тем же защитным эффектом.

### **3.9. Развитие научных исследований в области агролесомелиорации**

Особой экспедицией под руководством В. В. Докучаева впервые были обоснованы мероприятия по накоплению и бережному расходованию влаги, борьбе с пыльными бурями, суховеями, засухами. В первой половине XX столетия были созданы ВНИАЛМИ и целый ряд республиканских научно-исследовательских учреждений, занимающихся вопросами лесоразведения на пашне (УкрНИИЛХА, СредазНИИЛХ, КазНИИЛХА и др.). Были развернуты исследования по широкому кругу вопросов, касающихся микроклимата, урожая и других факторов на облесенной территории. Обширные материалы этих исследований, опубликованные в специальных монографиях и трудах, существенно расширили знания о ветрозащитной эффективности ПЗЛП (В. А. Бодров, С. М. Зепалов, 1935; В. А. Бодров, 1936, 1937; Ю. П. Бяллович, 1939; Л. А. Голубева, 1940, 1941; Н. М. Горшенин, 1938; Б. В. Дзетовецкий, 1939; Г. Н. Матякин, 1937; Я. Д. Панфилов, 1932, 1936, 1937, и др.). Еще более широко исследования мелиоративной роли лесных полос были развернуты в послевоенный период (С. А. Адрианов, 1960, 1962, 1967, 1968, 1970; Д. Л. Арманд, 1961; М. И. Будыко, М. И. Юдин, 1952; Г. Н. Гольцберг, 1952, 1954; В. М. Горяинов, 1968; Г. Г. Дани-

лов, 1963; А. Р. Константинов, 1950, 1951; Н. М. Милосердов 1970; А. И. Молчанов, Н. П. Бойко, 1969; К. И. Попов, 1958; Е. Н. Романова, 1952, 1954; С. А. Сопожникова, 1952; Я. А. Смалько, 1963; А. К. Федорова, 1967; Л.Ф. Щербакова, 1952; М. И. Юдин, 1950; М. М. Лазарев, 1974; В. В. Захаров, 1971; М. И. Долгилевич, Ю. И. Васильев, А. Н. Сажин, 1981; Ю. И. Васильев, 2003, и др.)

К настоящему времени проведены фундаментальные исследования по полезащитному лесоразведению. Разработаны теоретические аспекты эффективных технологий создания лесных полос на неорошаемых и орошаемых землях с полной механизацией работ и применением химических средств. Установлены конструкции лесонасаждений с учётом районов их применения, ветрового режима и снегопереноса, лесорастительных условий и способов выращивания, сроков посадки и вида посадочного материала. Обосновано размещение лесных полос на пахотных землях с учётом почвенно-климатических факторов по зонам страны и проектной высоты полос, степени дефлируемости почв, а в условиях орошения также видов и габаритов поливной техники, способов полива, размеров оросительной и сбросной сети, уровнем залегания ГВ.

Рекомендован перспективный породный состав древесных пород и кустарниковых растений, обоснованы их рост и развитие с учётом районирования и условий среды, в том числе засоления почвы. Установлены структура, перспективные схемы посадки и параметры лесных полос по регионам России. Изучено влияние лесных полос на факторы среды (микроклимат, почву, ветровой режим, дефляцию, гидрологию) и урожайность сельскохозяйственных культур.

Предложена дифференцированная агротехника на межполосных полях с делением их на мелиоративные зоны, различающиеся по ветровой активности, снегозадержанию, защищенности от дефляции, увлажнению и плодородию почвы, росту и развитию сельскохозяйственных культур. Обоснована необходимость внесения в приполосных зонах повышенных в 1,5-2 раза доз удобрений вследствие улучшения увлажнения и развития растений по сравнению с незащищенными полями и др.

Обосновано создание в сухой степи на почвах, подверженных ветровой эрозии, новых (кулисных и куртинных) видов ЗЛН, выполняющих почвозащитную роль. Сформулированы принципы формирования агросистем и определены параметры размещения ЗЛН на орошаемых землях, подверженных засолению, а также установлены закономерности распределения солей под действием лесонасаждений,



их миграции и отложения в древесине и листьях с учетом степени засоления почвогрунта и минерализации ГВ.

Проведены исследования эродированности почв и разработаны рекомендации по борьбе с дефляцией почв и пыльными бурями.

Обоснованы лесоводственные методы формирования конструкций насаждений, обеспечивающие устойчивость, долговечность и высокие мелиоративные свойства ПЗЛП. Предложены способы рубок (предупредительные, ремонтно-реконструктивные и восстановительные) с учетом возраста насаждений, почвенно-грунтовых условий, породного состава и особенностей хозяйственной деятельности, а также технологии проведения уходов за почвой в реконструируемых насаждениях.

Сформулированы основные положения теории возникновения и развития процессов эрозии, изучены стокорегулирующие и противоэрозионные функции ЗЛН, обоснованы принципы противоэрозионной организации территории, выполнены исследования по контурному размещению полос, разработаны расчетные формулы суммарного водопотребления и стока в зависимости от ширины лесных полос и межполосных пространств, сформулирован закон лимитирующих факторов (снегозапасы, промерзание и увлажнение почвы) стока талых вод и разработана математическая модель взаимодействия этих факторов. Исследования в области защиты почв и лесомелиорации эродированных земель выполнены на базе ландшафтно-адаптивного почвоводоохранного земледелия с контурной организацией территории, которая в настоящее время принята и другими научно-исследовательскими институтами страны. Рекомендованы для производства параметры лесонасаждений в ГС и на склоновых землях с учетом уклонов местности.

Разработаны лесомелиоративные способы закрепления подвижных песков и освоения пастбищ, а также сельскохозяйственного освоения песчаных территорий в системе лесонасаждений. Внедрены способы глубокой посадки саженцев специально созданной лесопосадочной машиной МЛБ-1 и закрепления песков нэрозином в сочетании с посевом трав и посадкой кустарников, способ фитомелиорации крупных очагов дефляции почвы и метод ускорения работ на пастбищах Прикаспия. Проведено картографирование обширных территорий Прикаспия, Северного Кавказа, Нижнего Поволжья как объектов лесоаграрного освоения с использованием интегрального показателя агроресурсного потенциала – гумусности почв, определяемой как в натуральных образцах, так и считываемой со сканерных космических снимков денситометрическим методом.

Определена периодичность лесомелиоративной адаптации земель, подверженных деградации и опустыниванию в аридной зоне.

Разработана концепция адаптивного природопользования, основанная на формировании устойчивых к деградации лесоаграрных ландшафтов. На базе космического мониторинга исследованы процессы развития агролесоландшафтов, составлены картографо-математические модели, разработаны принципы ландшафтно-экологического обустройства лесоаграрных территорий и дефляционных арен в основных сельскохозяйственных районах, ландшафтно-типологические модели для территорий Доно-Медведицкого и Приэльтонского регионов и Северо-Западного Прикаспия.

Важным направлением исследований остаётся изучение биологии древесных пород, улучшение ассортимента для лесоразведения методами акклиматизации, селекции, гибридизации. Разработан ассортимент пород многофункционального назначения, а также новые методы хранения семян, агротехники выращивания сеянцев в питомниках, изучена физиология древесных и кустарниковых пород, значительная часть которых рекомендована для производства. Проведены большие работы по организации семенных хозяйств, разработке методов организации семеноводства на селекционно-генетической основе, созданию ботанических садов и др.

Значительные исследования проведены по обоснованию параметров машин и механизмов для защитного лесоразведения. Выполнены теоретические исследования по работе машин ротационного типа, деформации почвы различными рабочими органами, автоматизации работы машин и механизмов и др.

Серийно выпущены многочисленные машины и механизмы: сажалка лесопосадочная СЛЧ-1, лесопосадочная машина для барханных песков МЛБ-1, культиватор лесной КЛП-2,5, культиватор универсальный навесной КУН-4, плуг-рыхлитель ПРН-40, приспособление для прополки сорняков в рядах лесонасаждений ПРО-1, культиватор ротационный лесной КРЛ-1А и др. Созданы новые машины для сбора и очистки лесных семян, механизации работ в лесных питомниках, подготовки почвы при сложном рельефе, посадки сеянцев, формирования крон, срезания и корчевки деревьев и кустарников, подборки и трелёвки подрубочных остатков.

Важной проблемой в агролесомелиорации является защита растений от вредителей и болезней. Основное внимание здесь уделялось защите леса, регулированию численности вредных и полезных орга-

низмов в лесоаграрных ландшафтах с применением патогенных микроорганизмов, оптимальных доз ядохимикатов, агротехнических и лесоводственных приёмов. Разработаны рекомендации и инструкции по борьбе с болезнями дуба, экологизации мер защиты растений в агроландшафтах.

Проведены разносторонние исследования загрязнения сельскохозяйственных территорий, урболандшафтов и предложен ряд мероприятий, обеспечивающих получение экологически чистой сельскохозяйственной продукции. Исследовано влияние ЗЛН на снижение радионуклидного загрязнения территорий. Разработаны экологические методы защиты агроценозов от вредных организмов и снижения вредоносности техногенных загрязнений среды.

Разработана методика ландшафтно-хозяйственной классификации песчаных земель засушливых областей юго-востока европейской части России, изучены их фитоэкология и лесопригодность, обоснованы оптимальная лесистость и целесообразность освоения, развита теория лесопригодности земель под массивное облесение на юге европейской территории России (ЕТР). Особое внимание уделяется выращиванию сосны на песках засушливой зоны как наиболее ценной лесобразующей породы. Получены новые экспериментальные данные о влиянии плодородия и влагоёмкости почвогрунтов на засухоустойчивость сосновых насаждений. Разработана методика проектирования рубок ухода в молодняках. Выявлены причины очагового усыхания сосняков степной зоны вне зависимости от почвенно-климатических и погодных условий и получена математическая модель динамики этого процесса при массовом размножении вершинного и шестизубчатого короедов. Изучены ландшафтные характеристики хвойных лесов Придонья, структура и динамика растительных горючих материалов в монокультурах сосны, разработаны лесоводственно-пирогенная классификация насаждений и системы профилактических мероприятий по снижению ущерба от лесных пожаров.

Большие исследования проведены по проблемам экономики и организации защитного лесоразведения. Разработана методика определения экономической эффективности ЗЛН, осуществлены крупные исследования в области экономической оценки защитного лесоразведения, научной организации труда на агролесомелиоративных работах. Разработаны нормативы затрат на создание ЗЛН, экономической эффективности капиталовложений в защитное лесоразведение, прибавок урожая сельскохозяйственных культур от мелиоративного влияния ПЗЛП и др.

К числу научных учреждений по защитному лесоразведению в РФ и СНГ относится целый ряд научно-исследовательских институтов, вузов и проектных организаций главным образом системы Министерства сельского хозяйства, РАСХН, Минприроды, Министерства транспорта. Наиболее полно и глубоко научная разработка вопросов защитного лесоразведения ведётся под руководством головных учреждений – ВНИАЛМИ и ВНИИЛМ. Каждый из этих институтов имеет разветвлённую сеть филиалов, опытных станций и опорных пунктов.

В состав ВНИАЛМИ входят Западно-Сибирская агролесомелиоративная опытная станция в Алтайском крае, Новосильская зональная агролесомелиоративная опытная станция им. А. С. Козменко в Орловской обл. с опытным хозяйством, Богдинская научно-исследовательская агролесомелиоративная опытная станция им. М. А. Орлова в Астраханской обл., Ачикулакская научно-исследовательская лесная опытная станция в Ставропольском крае, Нижневолжская опытная станция по селекции древесных пород в Волгоградской обл., Калмыцкая научно-исследовательская станция в Республике Калмыкия, Поволжская агролесомелиоративная опытная станция, Тимашевский опорный пункт в Самарской обл., Клетский опорный пункт в Волгоградской обл., ОНО "Обливское" в Ростовской обл., ОНО "Волгоградское" в Волгоградской обл.

В состав ВНИИЛМ входят научно-исследовательские учреждения, занимающиеся вопросами защитного лесоразведения: Кавказский филиал с Северо-Кавказской лесной опытной станцией, Татарская, Башкирская, Уральская, Донская, Боровая лесные опытные станции. Здесь изучаются вопросы защитного лесоразведения в горных районах, на равнинах, вдоль рек и в их поймах, около крупных водохранилищ; создания и эксплуатации насаждений на песках, оврагах и балках.

Крупный вклад в развитие лесомелиоративной науки вносят УкрНИИЛХА им. Г. Н. Высоцкого с разветвлённой сетью опытных станций и опорных пунктов, СредазНИИЛХ с сетью опытных станций и опорных пунктов, КазНИИЛХА; Росгипролес, АзербНИИЛХА, Институт леса и древесины им. В. Н. Сукачёва Сибирского отделения АН, Омский агроуниверситет, Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения АН, БелНИИЛХ, Грузинский институт горного лесоводства.

Значительный вклад в лесомелиорацию вносят Институт лесоведения АН, Институт пустынь АН Туркмении и ряд высших учебных заведений: Брянский технологический институт, Воронежская

лесотехническая академия и Воронежский агроуниверситет, Самарская сельхозакадемия, Саратовский агроуниверситет, Волгоградская сельхозакадемия, Новочеркасская инженерно-мелиоративная академия, МГУ, Украинская сельхозакадемия, Харьковский СХИ и др.

Исследования по защитному лесоразведению ведут ряд научно-исследовательских институтов сельского хозяйства в России, Казахстане, Украине. В их число входят ВНИИ земледелия и защиты почвы от эрозии, Донской зональный НИИСХ, НИИСХ Центрально-Чернозёмной полосы им. В. В. Докучаева, Ставропольский, Татарский, Краснодарский НИИСХ, НИИСХ Юго-Востока, Алтайский НИИ земледелия и селекции сельскохозяйственных культур, Украинский НИИ почвоведения и агрохимии, ВНИИ зернового хозяйства (Казахстан) и др.

Основоположниками лесомелиоративной науки, разработавшими и развившими теоретические и практические ее основы, являются Г. Н. Высоцкий, Н. И. Сус, А. С. Козменко, А. Г. Гаель, Д. Л. Арманд, В. А. Бодров, В. В. Карузин, Г. И. Матякин, П. Д. Никитин, П. Е. Цехмистренко, А. В. Альбенский, В. Н. Виноградов, Ф. М. Касьянов, А. А. Сенкевич, А. М. Бялый, Е. С. Павловский, Г. П. Сурмач и др. Большой вклад в агролесомелиоративную науку внесли М. И. Долгилевич, Г. Я. Маттис, Н. Ф. Кулик, А. М. Степанов, Д. К. Бабенко, М. М. Лазарев, Н. С. Зюзь, В. М. Трибунская, К. Н. Кулик, А. Т. Барабанов, Е. А. Гаршинёв, И. Г. Зыков, Ю. И. Васильев, Ю. М. Жданов, В. И. Петров, В. М. Кретинин, В. В. Захаров, А. С. Манаенков и др., работавшие в области полезащитного лесоразведения, противоэрозийной мелиорации, освоения песков, облесения склонов, селекции и интродукции, почвоведения, механизации лесомелиоративных работ и др. Ими решены важные в агролесомелиорации вопросы выращивания и размещения насаждений, влияния их на факторы среды, экологию, гидрологию, эрозию и др.

## **4. АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

### **4.1. Агролесомелиоративные районы РФ**

Как было отмечено ранее, на большей части территории РФ складываются неудовлетворительные условия для сельскохозяйственного производства. Успешное землепользование возможно лишь при всестороннем учете и наиболее полном использовании природных и хозяйственных ресурсов, улучшении и охране окружающей среды, в том числе лесной мелиорацией пахотных земель, балок, оврагов, пастбищ, песков, населенных пунктов. Исключительно важное значение при обустройстве территории имеет агролесомелиоративное ее районирование с учетом природно-хозяйственных факторов и потребности в ЗЛН.

Агролесомелиоративное районирование базируется на физико-почвенно-географическом, агроклиматическом, природно-сельскохозяйственном районировании (Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР / под ред. А. Н. Каштанова, 1983).

Территория, ограниченная северной границей южнотаежно-лесной зоны и южной границей РФ, является агролесомелиоративным фондом, составляющим 45% от всей площади и характеризующимся меридиональной зональностью и вертикальной поясностью.

Агролесомелиоративный биоклиматический пояс представляет собой совокупность природных почвенно-лесорастительных зон, объединенных сходством радиационных и термических условий произрастания ЗЛН. Он располагается в трех биоклиматических поясах. Умеренный пояс включает зоны благоприятного произрастания ЗЛН (южнотаежно-лесная, лесостепная), умеренно благоприятного произрастания (степная, сухостепная), неблагоприятного произрастания (полупустынная, пустынная). Диапазон сумм эффективных температур (выше 10°C) в умеренном поясе изменяется от 1400 до 4000°C.

Агролесомелиоративная природная зона характеризуется определенным балансом тепла и влаги, ареалом распространения зонального почвенного типа, сопутствующих ему интразональных почв, а также лесопригодностью почв. На территории РФ выделено 6 агролесомелиоративных зон, а также 5 горных областей, которые являются крупными орографическими системами, привязанными к соответствующим тепловым поясам и имеющими вертикальную структуру почвенных зон, сложные лесорастительные условия.

Агролесомелиоративная провинция – часть природной зоны, характеризующаяся специфическими гидротермическими, почвенными, лесорастительными условиями, особенностями флористического состава древесных и кустарниковых пород.

Агролесомелиоративный район – часть провинции, характеризующаяся определенной структурой почвенного покрова, своеобразием лесорастительных условий, особенностями технологии создания и выращивания ЗЛН.

Агролесомелиоративные таксоны приведены по субъектам РФ на рис. 4.1 и в табл. 4.1.

Характеристика климатических условий АЛМР дана в табл. 4.2.

В южнотаежно-лесной зоне гидротермические условия относительно благоприятно складываются в приморских районах. Испаряемость за год обычно ниже годовой суммы осадков. Безморозный период небольшой (90-180 сут.). Значительная мощность снежного покрова (30-70 см) предохраняет почву от промерзания.

В лесостепной зоне влагообеспеченность относительно высокая, но гидротермический коэффициент (ГТК) – отношение суммы осадков к испарению – отрицательный. Для центральных районов Сибири и Дальнего Востока характерны сильные температуры и высокая мощность снежного покрова в зимние месяцы. Сумма эффективных температур довольно большая. Безморозный период средней продолжительности (90-159 сут.).

В степной зоне относительно благоприятные термические условия, но во многих восточных районах нередки сильные понижения температуры зимой – до  $-33...-46^{\circ}\text{C}$ . Обычны пониженная влагообеспеченность, засухи и суховеи.

Для сухостепной зоны при некотором улучшении термических условий характерна засушливость климата. Очень неблагоприятна влагообеспеченность в полупустынной и пустынной зонах, особенно

Природная зона	Район	Название района
Южнотаежно-лесная	1	Прибайкальско-Приморский
	2	Приморский
	3	Витско-Камский
	4	Сибирский
	5	Дальневосточный
Лесостепная	6	Среднерусско-Приволжский
	7	Западный
	8	Уральско-Западно-Сибирский
	9	Среднесибирский
Степная	10	Предкавказский
	11	Волго-Донской
	12	Волго-Уральский
	13	Западно-Сибирский
Сухостепная	14	Восточно-Сибирский
	15	Туркско-Курганский
	16	Волго-Донской
Полупустынная	17	Волго-Уральский
	18	Кузнецкий
	19	Бурганско-Саратовский
	20	Волго-Уральский
Пустынная	21	Черноморско-Приволжский
	22	Кюмюс-Уральский
Горные области	23	Алтайско-Саянский
	24	Кюмюс-Забайкальский
	25	Саяно-Алтайско-Осетинский
	26	Кавказский

Масштаб 1:20 000 000

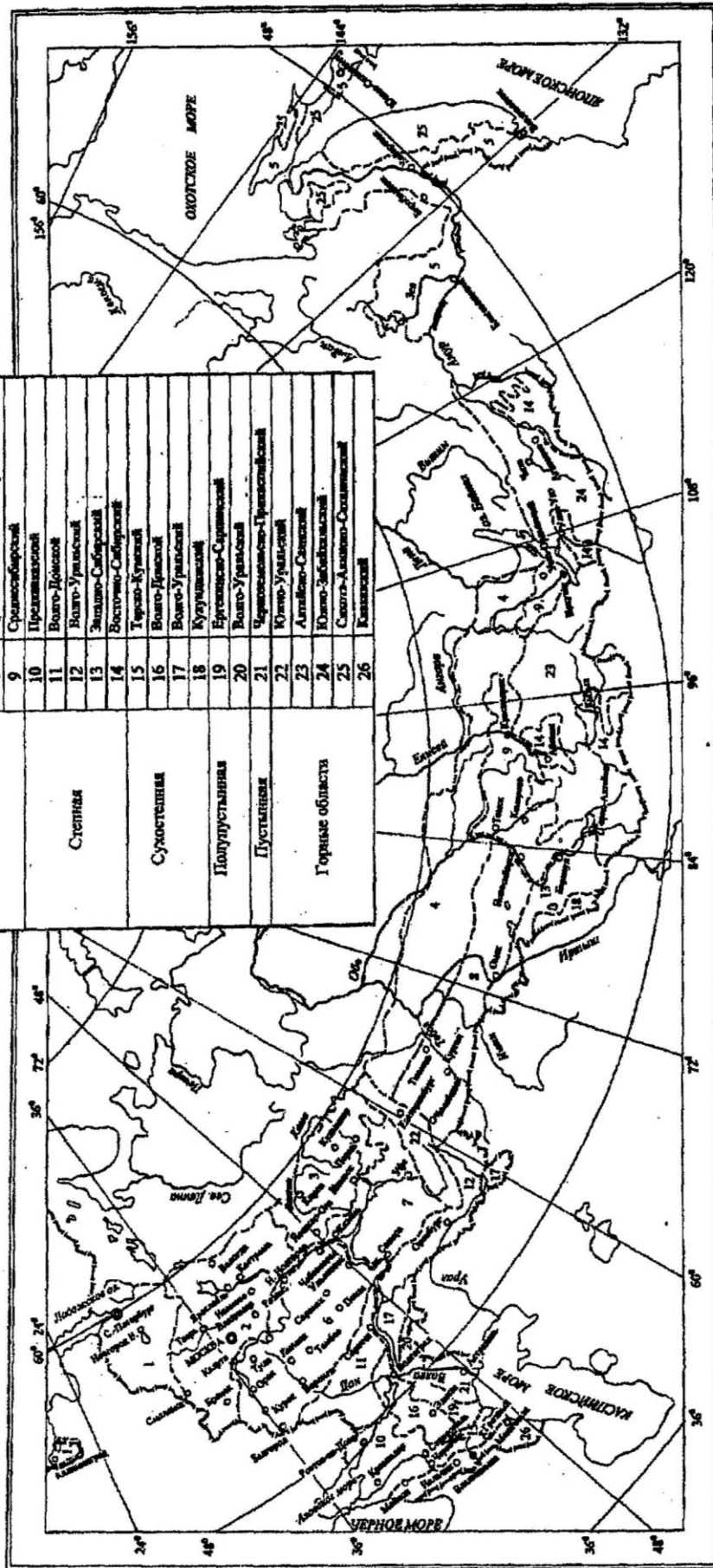


Рис. 4.1. Районирование агролесомелиоративного фонда Российской Федерации



## Агролесомелиоративное деление РФ

Зона, провинция	Район, подрайон	Административное положение
1	2	3
<b>I. Южнотаежно-лесная</b> Прибалтийская	1. Прибалтийско-Привалдайский	Ленинградская, Калининградская, Новгородская, Псковская, Тверская обл.
Среднерусская	2. Приокский	Север Брянской, Орловской, Курской, Тульской, Рязанской обл., юг Московской, Владимирской, Калужской обл.
	3. Вятско-Камский	Р. Чувашия, Р. Марий Эл, юг Нижегородской обл., юг Коми-Пермяцкого края, Р. Удмуртия, север Р. Татарстан, север-запад Р. Башкортостан, запад Свердловской обл.
	4. Сибирский	Юг Тюменской обл., север Омской, Новосибирской обл.
Среднесибирская	4(I). Западно-Сибирский	Томская обл., север Кемеровской обл.
	4(II). Восточно-Сибирский	
	5. Дальневосточный	
	5(I). Дальневосточно-Сахалинский	Юг и север Сахалинской обл., низовье Амура (Хабаровский край)
	5(II). Дальневосточно-Амуро-Уссурийский	Еврейская АО, запад Приморского и юг Хабаровского краев
<b>II. Лесостепная</b> Среднерусская	6. Среднерусско-Приволжский	
	6(I). Среднерусский	Юг Тульской, Орловской, Курской обл., север Белгородской обл.
	6(II). Окско-Донской	Липецкая, Тамбовская обл., юг Рязанской обл., север Воронежской, Пензенской обл., юг Нижегородской обл., Р. Мордовия, Р. Чувашия, запад Р. Татарстан, Ульяновская, Самарская обл., север Саратовской обл.
Предуральская	7. Заволжский	Восток Р. Татарстан, Самарской, Ульяновской обл., запад Р. Башкортостан

1	2	3
Западно-Сибирско-Предалтайская	8. Уральско-Западно-Сибирский	Восток Свердловской, север, центр и восток Челябинской обл., Курганская обл., юг Тюменской обл.
	8(I). Зауральский	
	8(II). Барабинский	
	8(III). Северо-Предалтайский	
Среднесибирская	9. Среднесибирский	Центр Омской, Новосибирской обл.
	9(I). Приенисейский	
III. Степная Предкавказская	10. Предкавказский	Восток Новосибирской обл., Алтайского края, северо-запад Кемеровской обл.
	10(I). Приазовский	
	10(II). Северо-Предкавказский	
	10(III). Северо-Предкавказский	
Южнорусская	11. Волго-Донской	Центр Красноярского края, юг Иркутской обл.
Заволжская	12. Волго-Уральский	Юг Ростовской обл., центр и север Краснодарского края, северо-запад Ставропольского края
	13. Западно-Сибирский	Центр и юг Ставропольского края, Кабардино-Балкарская Р., Р. Северная Осетия, Р. Ингушетия
Казахстано-Предалтайская	13(I). Прииртышский	Юг Белгородской, Воронежской обл., север и северо-запад Ростовской, Волгоградской обл.
	13(II). Предалтайский	Северо-восток Саратовской обл., восток Самарской обл., юг Р. Башкортостан, Челябинской, Оренбургской обл.
	14. Восточно-Сибирский	Юг Омской обл.
Восточно-Сибирская	14(I). Минусинский	Юго-запад Новосибирской обл., центр Алтайского края
	14(II). Тувинский	
	14(III). Приселенгинский	
	14(IV). Ононский	
	Хакасская АО	
	Р. Тыва	
	Р. Бурятия	
	Юго-восток Читинской обл.	

1	2	3
<b>IV. Сухостепная</b> Манычско-Донская	15. Терско-Кумский	Восточная, центральная части Ставропольского края, Р. Дагестан, север Чеченской Р., Р. Ингушетия
Заволжская	16. Волго-Донской	Центральная, восточная части Ростовской обл., западная часть Волгоградской обл., запад Р. Калмыкия
Казахстанская	17. Волго-Уральский	Северо-восток Волгоградской обл., центр и юго-восток Саратовской обл., юго-восток Оренбургской обл.
<b>V. Полупустынная</b> Прикаспийская	18. Кулундинский	Запад Алтайского края
Центрально-Казахстанская	19. Ергенинско-Сарпинский	Восток Р. Калмыкия, Ростовской обл., юго-запад Волгоградской обл.
<b>VI. Пустынная</b> Арало-Каспийская	20. Волго-Уральский	Юго-восток Саратовской, Волгоградской обл., север Астраханской обл.
<b>VII. Горные области</b> Южно-Уральская горно-степная и горно-таежная	21. Черноземельско-Прикаспийский	Центр и юг Астраханской обл., юго-восток Р. Калмыкия
Южно-Алтайская горно-степная и горно-таежная	22. Южно-Уральский	Горные районы Р. Башкортостан, Челябинской обл.
Южно-Забайкальская	23. Алтайско-Саянский	Горные районы Алтайского, Красноярского краев, Кемеровской обл., Р. Тыва
Сихотэ-Алинская горно-широколиственно-лесная	24. Южно-Забайкальский	Горные районы Р. Бурятия, Читинской обл.
	25. Сихотэ-Алинско-Сахалинский	Восточные горные районы Приморского края

1		2		3	
Большекавказская горно-лугово-лесная и горно-лесная	26. Кавказский		Горные районы (высота выше 2000 м) Ставропольского и Краснодарского краев, Р. Северной Осетии, Кабардино-Балкарской Р., Чеченской Р., Р. Дагестан		
	26(II). Большекавказский		Те же горные районы с высотными отметками ниже 2000 м		
Малокавказская горно-лугово-степная и горно-лесная	26.(II) Малокавказский				

Таблица 4.2

## Климатическая характеристика агролесомелиоративных районов

Номер района	Температура, °С			Средний из абсолютных минимумов	Сумма температур за период > 10°	Безморозный период, сут.	Годовая сумма осадков, мм	Испаряемость, мм/год	Высота снежного покрова, см
	наиболее теплого месяца	наиболее холодного месяца	3						
1	16,2-17,7	-2,0 -7,5	-20 -18	1600-2200	135-180	600-800	420-525	20-40	
2	17,5-19,3	-8,0 -12,0	-28 -33	1900-2400	135-155	450-600	410-480	40-55	
3	16,5-19,7	-11,5 -17,0	-33 -42	1400-2250	90-135	400-700	375-570	55-80	
4	17,4-18,8	-17,5 -21,0	-40 -46	1600-1950	100-115	350-600	360-480	40-70	
5	14,4-22,3	-8,0 -32,0	-20 -40	1000-2600		700-1000		30-60	
<i>Южнотаежно-лесная зона</i>									
<i>Лесостепная зона</i>									
6	18,3-20,6	-8,0...-10,5	-27...-31	2150-2700	140-159	500-600	450-605	30-50	
7	18,5-21,0	-13,5...-16,0	-34...-38	2000-2400	115-140	181-192	440-750	55-80	

Продолжение табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	17,8-19,7	-16,0...-19,5	-39...-41	1700-2200	105-126	182-209	230-565	30-80
9	17,0-19,5	-17,5...-24,0	-35...-55	1400-1800	90-108	195-227	500-600	50-70
<i>Степная зона</i>								
10	20,3-24,2	-3,0...-4,0	-20...-25	2800-3600	165-190	400-800	560-905	15-20
11	19,6-23,6	-6,5...-7,2	-26...-33	2300-3300	135-175	350-500	610-85	20-50
12	18,9-22,5	-20,5...-16,7	-33...-39	2000-2800	120-145	300-400	585-750	30-60
13	16,0-20,5	-10,5...-20,0	-37...-43	1600-2300	108-125	250-400	455-770	30-50
14	14,8-20,0	-17,0...-28,0	-35...-46	1000-1900	60-98	200-400	385-630	15-20
<i>Сухостепная зона</i>								
15	21,6-24,6	-1,0...-8,5	-17...-26	3000-3700	170-210	250-500	620-1050	5-20
16	21,6-24,7	-5,5...-12,0	-25...-32	2800-3400	150-180	190-203	700-980	15-20
17	20,7-23,9	-10,5...-16,5	-30...-36	2400-3200	130-165	198-224	600-770	25-40
18	17,4-25,8	-14,0...-19,0	-35...-42	2200-3500	110-165	125-400	550-870	20-50*
<i>Полупустынная зона</i>								
19	23,7-24,9	-5,0 -9,0	-25 -29	3200-3450	170-180	250-350	720-1050	15-20
20	16,3-25,0	-9,0 -15,5	-26 -36	2800-3400	140-170	175-300	650-875	20-30
<i>Пустынная зона</i>								
21	22,5-29,0	-2,0 -15,5	-17 -36	3400-4600	135-160	150-250	800-1100	20

при 2-3-кратном повторении засушливых лет. При неустойчивом и маломощном снежном покрове велика опасность глубокого промерзания почвы и гибели древесных и кустарниковых видов.

Лесопригодность почв является важнейшим показателем, определяющим успешность лесоразведения, строение и состав ЗЛН, технологию их создания и содержания. В практике защитного лесоразведения применяют следующие группы почв по лесопригодности (С. В. Зонн и др., 1951): I – вполне лесопригодные, II – лесопригодные, III – условно лесопригодные, IV – нелесопригодные.

Группировка почв по лесопригодности осуществляется по каждой природной зоне и АЛМР.

В лесостепной зоне к I группе отнесены следующие зональные типы и подтипы почв: светло-серые, серые и темно-серые лесные; черноземы оподзоленные, выщелоченные полноразвитые, слабоэродированные глинистого, тяжело-, средне- и легкосуглинистого гранулометрического состава, а также интразональные лугово-черноземные, аллювиальные луговые почвы; ко II – те же почвы укороченные, средне- и сильноэродированные, а также почвы супесчаного гранулометрического состава, аллювиальные дерновые (в Западной Сибири (И. А. Фрейберг, 1977) в эту группу включены и засоленные почвы); к III – те же почвы неполноразвитые, очень сильно эродированные, средне- и сильнокаменисто-щебенистые и др.; к IV – выходы горных пород, болотные, солончаковые почвы.

Для степной зоны характерны зональные подтипы почв: черноземы обыкновенные, типичные, южные, лугово- и луговато-черноземные. Показатели, снижающие лесопригодность почв, следующие: прежде всего водообеспеченность, засоленность, затем по убывающей эродированность, карбонатность, заболоченность, каменистость и др. Оптимальным для произрастания большинства деревьев и кустарников считается залегание пресных ГВ на глубине 0,5-3,0 м.

В сухостепной зоне выделяют зональные темно-каштановые и каштановые почвы, в полупустынной – светло-каштановые, в пустынной – бурые пустынно-степные почвы, а также интразональные – лугово-, луговато-каштановые (пустынные) и лугово-пустынные почвы. Для этих зон характерна 2-3-4-членная комплексность почвенного покрова с учетом зональных подтипов солонцов и лугово-, луговато-каштановых почв. К I группе относятся почвенные комплексы с содержанием солонцов до 5%, ко II до 15%, к III до 25% и к IV свыше 25%. В падинных понижениях формируются вполне лесопригодные

лугово-черноземные слабоосолоделые почвы (В. М. Кретинин, 1993).

Для произрастания деревьев и кустарников на засоленных почвах очень важны тип засоления (содовый, хлоридный, сульфатный и смешанный); степень солончаковатости на глубине верхней границы солевых выделений (солончаковые 5-30 см, высокосолончаковатые 30-50, солончаковатые 50-100, глубокосолончаковатые 100-150, несолончаковатые глубокозасоленные 150-200 см) и солонцеватости – содержания обменного натрия от суммы обмена (несолонцеватые < 3%, слабосолонцеватые 3-5, среднесолонцеватые 5-10, сильносолонцеватые 10-15, солонцы > 15%). Пороги токсичности солей для большинства деревьев и кустарников следующие: общее содержание легкорастворимых солей > 0,3%, иона  $\text{CO}_3^{-2}$  > 0,001, иона  $\text{Cl}^-$  0,01, иона  $\text{SO}_4^{-2}$  > 0,05%.

## **4.2. Ассортимент деревьев и кустарников по АЛМР**

### **4.2.1. Основные принципы подбора деревьев и кустарников**

При подборе ассортимента древесных пород для защитных насаждений необходимо решать комплекс биологических, природоохранных и технологических задач, направленных на сохранение, восстановление и непрерывное использование компонентов биологического разнообразия, введение хозяйственно-ценных пород, повышение ресурсного потенциала и формирование комфортных условий для населения.

Успешность лесомелиоративных работ может быть обеспечена при соблюдении следующих принципов:

биологическая устойчивость (высокая экологическая пластичность, устойчивость к абиотическим факторам);

фитоценотическая устойчивость в культуре (высокая репродуктивная способность, совместимость с другими видами, потенциальная долговечность, способность к семенному и вегетативному возобновлению и др.);

дифференцированная посадка определённого состава древесных видов на предварительно вычлененных участках по группам лесопригодности почв;

создание чистых кустарниковых кулис в особо трудных условиях произрастания (солонцах и засоленных участках – свыше 25%) из солеустойчивых и засухоустойчивых видов;

организация собственной лесосеменной базы для производства селекционно улучшенных и элитных семян, выращивание из них по-

садового материала с улучшенными наследственными свойствами.

В ряде стран (Германия, Австрия) лесное законодательство предусматривает сохранение аборигенного видового состава при искусственном лесоразведении, запрещение ввода интродуцентов в целях сохранения исторического ландшафта. Этот вопрос актуален и для России. Нередко можно встретить в хороших лесорастительных условиях в качестве главных древесных пород малоценные виды, в частности в степной зоне многие старые (свыше 50 лет) ПЗЛП на чернозёмах состоят из клёна ясенелистного. А начиная с 40-х годов в стране массово без учёта лесорастительных условий их начали создавать из вяза приземистого, иначе называемого туркестанским, мелколистным, перистоветвистым. Ввод клёна ясенелистного и вяза приземистого на чернозёмах степной зоны привёл к вытеснению местных хозяйственно-ценных пород (дуба, берёзы, липы), засорению полей, приусадебных участков этими агрессивными породами. Не следует повсеместно применять тополя. Даже в хороших условиях произрастания они не могут конкурировать с аборигенными хозяйственно-ценными породами и недолговечны. Их применение должно быть ограничено защитным лесоразведением на орошаемых землях или созданием плантаций для получения скороспелой древесины. Определённую опасность представляет и лох узколистный, растущий в опушечных рядах. Плоды его активно переносятся птицами и засоряют пашню, луга и пастбища.

В последние десятилетия незаслуженно предан забвению дуб черешчатый, который может произрастать от светло-каштановых почв полупустыни до чернозёмов степи. Причина этого – его относительно медленный рост в молодом возрасте, периодичность плодоношения, отсутствие местных семенных баз, повреждение молодых культур дикими животными (преимущественно кабанами), мучнистой росой, сосудистым микозом и листогрызущими вредителями. Наряду с более широким использованием дуба черешчатого следует внедрять в лесные насаждения дуб красный, который отличается большой устойчивостью к сосудистому микозу и в засушливой зоне (ОНО ВНИАЛМИ, г. Волгоград; Новоаннинский лесхоз Волгоградской обл.). По таксационным показателям и мелиоративным свойствам в возрасте 20-30 лет он не уступает дубу черешчатому.

В чернозёмной степи заслуживают более широкого применения также берёза, ясень обыкновенный, липа мелколистная и другие местные породы. Большим резервом повышения качества ПЗЛП в черно-



зёмной степи является лиственница сибирская. Для ее широкого использования следует создавать местные семенные базы. Эффективность ПЗЛП, особенно на орошаемых землях, может быть значительно повышена за счёт более широкого использования древесных пород с пирамидальной формой кроны: тополей, дуба, акации белой (робинии лжеакации), желтой (караганы) и других видов, имеющих в коллекции ВНИАЛМИ. Применение пород с пирамидальной формой кроны позволяет повысить защитную высоту лесных полос, в 2-3 раза уменьшить их ширину и улучшить конструкцию. Для лесоразведения на песках и лёгких почвах наряду с сосной обыкновенной перспективными являются сосна крымская и жёлтая (орегонская), особенно в южных, наиболее засушливых, районах. Эффективность лесомелиоративных насаждений и их качество следует повышать за счёт ввода в них медоносных растений (липы мелко- и крупнолистной, акации белой и др.).

Важное социальное значение искусственных лесных насаждений состоит в том, что они являются источником получения плодов, ягод и лекарственного сырья, дают дополнительный веточный корм для животных, являются средством защиты для диких животных и средой их обитания, местом гнездования птиц в мало- и безлесных районах. Поэтому в противоэрозионные насаждения следует широко вводить плодовые и ягодные породы: яблоню сибирскую (ягодную), грушу лесную, абрикос, орех грецкий, лещину, облепиху, шефердию, боярышник, алычу, рябину, калину, иргу, смородину и многие другие.

Качество искусственных насаждений в большой степени зависит от соотношения групп древесных пород (главных, сопутствующих) и кустарников. Оно должно быть дифференцированным в зависимости от видов создаваемых насаждений и лесорастительных условий. ПЗЛП в лучших условиях произрастания должны быть максимально насыщены главными и сопутствующими древесными породами, а противоэрозионные и пастбищные в трудных условиях – кустарниками. Соотношение деревьев (главные и сопутствующие вместе) и кустарников по природным зонам должно быть примерно 75:25 в степной, 60:40 в сухостепной и 10:90 в пустынной (Г. Я. Маттис, С. Н. Крючков, 2003).

Ассортимент деревьев и кустарников в каждой природной зоне устанавливают проектные организации на основе научных рекомендаций, практического опыта и детального проведения изыскательских работ. Важно, чтобы проекты разрабатывали за 2-3 года до начала облесительных работ для своевременной организации выращивания посадочного материала определённого ассортимента. Замена запроекти-

рованных видов деревьев и кустарников на малоценные должна быть запрещена в законодательном порядке.

#### 4.2.2. Биоэкологическая характеристика древесных видов и пути повышения их жизнеспособности в экстремальных условиях выращивания

Основой правильного подбора пород для ЗЛН является агролесомелиоративное районирование территории России с учётом группировки почв по лесопригодности (В. М. Кретинин, 2001).

Учитывая наличие в аридной зоне огромных площадей засоленных почв, растения следует высаживать в строгом соответствии с их солеустойчивостью. Известно, что в условиях почвенной засухи угнетающее действие вредных солей возрастает в несколько раз. Это обстоятельство следует учитывать при подборе ассортимента в экстремальных условиях, особенно для почв низкой лесопригодности.

Деревья и кустарники по степени возрастания устойчивости к засолению разделяют на 3 группы (табл. 4.3).

Таблица 4.3

#### Допустимые, угнетающие и токсичные количества легкорастворимых солей для деревьев, кустарников и полукустарников

Солеустойчивость пород	Порог токсичности (сумма солей), %	Деревья, кустарники
Низкая	> 0,3...> 0,4	Ель, сосна, лиственница, берёза, липа, клён, дуб, тополь, гледичия, вяз обыкновенный
Средняя	> 0,5...> 0,7	Лох, абрикос, айлант, ясень, робиния, вяз приземистый, карагана, аморфа, смородина золотая, скумпия, жимолость, боярышник, яблоня лесная, тамарикс ветвистый, терескен серый, камфоросма, кохия, полынь
Высокая	> 1,5	Саксаул чёрный, солянки

При искусственном расширении ареала продвижение растений с севера на юг идёт более успешно, чем с юга на север, что лимитируется их морозоустойчивостью и зимостойкостью. В порядке снижения морозоустойчивости древесные виды составят следующий ряд: лиственница, сосна обыкновенная, берёза, вяз обыкновенный, клён остролистный, ясень обыкновенный, дуб черешчатый, берест, вяз приземи-

стый, робиния, гледичия, сосна крымская, лох, абрикос, саксаул.

В аридной зоне, характеризующейся дефицитом влаги в почве, предпочтение отдаётся засухоустойчивым видам, которые довольствуются небольшим количеством влаги и экономно её расходуют. Наиболее засухоустойчивыми в аридном поясе являются (по степени возрастания) сосна обыкновенная и крымская, можжевельники, дуб черешчатый, ясень ланцетный, абрикос, яблоня лесная, скумпия, жимолость, аморфа, карагана, тамарикс, саксаул.

Долговечность ЗЛН в аридных условиях невелика. В табл. 4.4. приведены фактические усреднённые данные долговечности деревьев и кустарников по результатам учёта состояния ЗЛН, созданных в 50-60-х годах на каштановых почвах сухостепной зоны. Они свидетельствуют о существенном занижении прогнозных данных по долговечности древесных пород некоторыми авторами (С. Я. Краевой, 1978; Л. С. Савельева, 1980, и др.), что можно объяснить стабилизацией общего состояния сохранившихся после отпада древесных видов.

Таблица 4.4

**Долговечность семенного поколения деревьев и кустарников в условиях сухостепной зоны юго-восточного региона ЕТР**

Порода	Долговечность пород, лет, по группам лесопригодности почв			
	I	II	III	IV
<i>Деревья</i>				
Дуб черешчатый	40-50	25-30	-	-
Вяз приземистый	25-30	20-25	10-15	5-7
Вяз обыкновенный	25-40	20-30	20-25	-
Берест	40-50	30-35	25-30	5-10
Гибриды вяза	30-50	30-35	10-15	-
Робиния лжеакация	40-50	30-35	10-15	-
Ясень ланцетный	40-50	25-30	15-20	-
<i>Кустарники</i>				
Скумпия	40-50	30-40	20-25	-
Клён татарский	30-50	25-40	15-20	-
Тамарикс	40-60	30-50	20-30	10-25
Карагана древовидная	50-70	40-50	30-40	-
Смородина золотая	20-25	20-25	10-15	-

Отсутствие естественного возобновления вынуждает проводить короткие искусственные ротации, при этом не используются аборигенные виды (дуб черешчатый, берёза, липа и др.); в лучших условиях ценные интродуценты (дубы красный и пирамидальный, лиственницы, клён остролистный и ясень обыкновенный, сосны крымская и

жёлтая, плодовые) и дикоплодные виды (груша, лещина, облепиха, шефердия, арония, ирга, рябина гибридная, калина и многие другие).

В сухой степи (15-18 АЛМР), характеризующейся разнообразием почвенных, гидрологических и топографических условий, древесные виды следует вводить дифференцированно. В лучших (интразональные почвы) условиях сажать ценные главные породы, а в более трудных (зональные) – засухо- и солеустойчивые деревья и кустарники.

Более чем вековой опыт степного лесоразведения в России позволил испытать богатый видовой состав. При правильном подборе ассортимента и высокой агротехнике выращивания многие насаждения находятся в хорошем состоянии. Примером служат отдельные участки госполос и отдельные системы ЗЛН в Волгоградской, Ростовской обл., Республике Калмыкия.

С учетом современного состояния сохранившихся старовозрастных искусственных ЗЛН в сухой степи и полупустыне (16-20 АЛМР), а также выявленных причин их неудовлетворительного состояния, предложена концепция повышения устойчивости лесомелиоративных насаждений в экстремально засушливых условиях, которая включает следующие положения:

дифференцированная посадка определённого состава древесных видов на предварительно вычлененных участках по группам лесопригодности: I – наиболее ценные высокорослые и долговечные деревья (дуб, ясень, плодовые и др.), II – селекционно улучшенные, комплексно устойчивые виды, формы и гибриды деревьев (вяз, робиния, гледичия и др.) в сочетании с кустарниками в ряду, III – засухо- и солеустойчивые кустарники (тамарикс, карагана, скумпия, смородина золотая и др.).

создание чистых кустарниковых кулис в особо трудных условиях произрастания (солонцах и засоленных участках свыше – 25%) из солеустойчивых видов – тамарикс, карагана и др.;

организация местной постоянной лесосеменной базы (ПЛСБ) для производства селекционно улучшенных и элитных семян, выращивание из них посадочного материала с ценными биологическими и морфологическими признаками.

Эффективность новой концепции лесоразведения определяется долговечностью лесонасаждений, удлинением срока экономического и экологического воздействия на прилегающие территории.

Основной ассортимент деревьев и кустарников, рекомендуемый для защитного лесоразведения по агролесомелиоративным районам страны приводится в табл. 4.5.

Таблица 4.5

**Основной ассортимент деревьев и кустарников для лесоразведения на пахотных землях Российской Федерации**

Агролесомелиоративный район	Категории выделов по лесопригодности	Виды деревьев и кустарников (в порядке убывания совокупной ценности для защитного лесоразведения)
1	2	3
1 – Прибалтийско-Приволжский	На всех группах почв	Берёза повислая, лиственница сибирская и европейская, ясень обыкновенный, клён остролистый; рябина, сосна обыкновенная (на песках и супесях), лещина, смородина золотая и черная, ирга, жимолость, сирень обыкновенная
2, 3 – Приокский и Вятско-Камский	Там же	Дуб черешчатый, берёза повислая, лиственница европейская и сибирская, ель обыкновенная, тополь, клён остролистый, липа крупнолистная, вяз обыкновенный; яблоня ягодная, сосна обыкновенная (на песках и супесях), лещина, смородина чёрная, ирга, жимолость
4 – Сибирский	" -	Лиственница сибирская, берёза повислая и пушистая, ель сибирская, тополь, липа мелколистная и крупнолистная, вяз обыкновенный; сосна сибирская (кедр) и обыкновенная (на песках и супесях), смородина, ирга, жимолость
5 – Дальневосточный	" -	Дуб монгольский, лиственница сибирская и даурская, берёза Максимовича, ребристая и Эрмана, ель аянская, орех маньчжурский, сосна корейская, тополь Симона, бархаг амурский, липа амурская, груша уссурийская, абрикос маньчжурский, клён Моно, ясень маньчжурский, яблоня Палласа, сосна обыкновенная, смородина, жимолость
6 – Среднерусско-Приволжский	" -	Дуб черешчатый, берёза повислая, лиственница сибирская, ясень обыкновенный, тополя, клён остролистый, липа мелколистная, вяз обыкновенный, груша лесная, орех маньчжурский; сосна обыкновенная (на песках и супесях), вишня, лещина, тёрн, смородина, бересклет, клён татарский, жимолость
7 – Заволжский	" -	Берёза повислая, лиственница сибирская, дуб черешчатый, тополя, клён остролистый, липа мелколистная, ясень ланцетный; сосна обыкновенная (на песках и супесях), вишня, облепиха, сирень, ирга, дёрен, бузина

1	2	3
8 – Уралско-Западно-Сибирский	На всех группах почв	Берёза повислая, лиственница сибирская, ель обыкновенная, тополя, липа мелколистная, вяз обыкновенный; сосна обыкновенная (на песках и супесях), яблоня ягодная, рябина, облепиха, ирга, жимолость, кизил
9 – Среднесибирский	Там же	Лиственница сибирская, ель обыкновенная, берёза повислая, тополя, липа мелколистная; яблоня ягодная, сосна обыкновенная (на песках и супесях), рябина, облепиха, смородина, ирга, жимолость
10 – Предкавказский	I	Дуб черешчатый, робиния ф. мачтовая, гледичия ф. бесколочковая, абрикос обыкновенный, орех грецкий, сосна обыкновенная, крымская и желтая (на песках и супесях)
	II	Робиния и гледичия ф. обычная, ясень ланцетный, клён остролистный; алыча, вишня степная, ирга, облепиха, смородина золотая, унаби
11 – Волго-Донской степной	I	Дуб черешчатый, берёза повислая, лиственница сибирская, ясень обыкновенный, орех чёрный, груша лесная, тополь Боле, сосна обыкновенная, крымская и желтая (на песках и супесях)
12 – Волго-Уральский степной	II	Клён остролистный, липа мелколистная, вяз обыкновенный; вишня, лещина, смородина золотая, боярышники
	I	Дуб черешчатый, лиственница сибирская, тополь Болле, груша лесная, сосна обыкновенная, крымская и желтая (на песках и супесях)
13 – Западно-Сибирский	II	Ясень ланцетный, вяз обыкновенный и гибридный; клён татарский, лещина, карагана древовидная (акация жёлтая), вишня степная, ирга, боярышники
	I	Берёза повислая, лиственница сибирская, тополя ф. морозоустойчивые, вяз обыкновенный, липа мелколистная, сосна обыкновенная (на песках и супесях)
14 – Восточно-Сибирский	II	Клён татарский, облепиха, ирга, смородина золотая, жимолость, акация жёлтая
	I	Лиственница сибирская, берёза повислая, тополя ф. морозоустойчивые, вяз обыкновенный, сосна обыкновенная (на песках и супесях)
15 – Терско-Кумский	II	Клён татарский, облепиха, ирга; смородина золотая, акация жёлтая
	I	Дуб черешчатый, робиния ф. мачтовая, гледичия ф. бесколочковая, груша, орех грецкий, тополь Болле, сосна обыкновенная, крымская и желтая (на песках и супесях)
II	Скумпия кожевенная, смородина золотая, акация жёлтая, боярышники, унаби	

1	2	3
16 – Волго-Донской сухостепной	I II	Дуб черешчатый, ясень обыкновенный и ланцетный; робиния, гледичия, каркас западный, абрикос ф. морозоустойчивые, тополь Боле, сосна обыкновенная, крымская и желтая (на песках и супесях)
17 – Волго-Уральский сухостепной	I II III	Смородина золотая, акация жёлтая, скумпия, боярышники Дуб черешчатый, ясень ланцетный, каркас западный ф. морозоустойчивые, тополь Боле, сосна обыкновенная, крымская и желтая (на песках и супесях)
18 – Кулундинский	I II III	Вяз гибридный, гладкий и ланцетный, груша, яблоня ягодная Скумпия, акация жёлтая, смородина золотая, боярышники
19 – Ергенинско-Сарпинский	I II III	Берёза повислая, вяз обыкновенный, тополя ф. морозоустойчивые, сосна обыкновенная (на песках и супесях) Яблоня ягодная, ясень ланцетный Акация жёлтая, смородина золотая
20 – Волго-Уральский полупустынный	I II III	Дуб черешчатый, ясень ланцетный, робиния ф. морозоустойчивые и мачтовые, тополь Болле Вяз гибридный, обыкновенный (гладкий) и граболистный (берест), робиния, каркас западный ф. морозоустойчивые, смородина золотая, скумпия, акация жёлтая Скумпия, смородина золотая, акация жёлтая, тамарикс (гребенщик)
21 – Черноземельско-Прикаспийский	I II III	Дуб черешчатый, ясень ланцетный, тополь Боле, сосна обыкновенная, крымская и желтая (на песках и супесях) Вяз гибридный, гладкий и граболистный (берест), груша лесная, яблоня ягодная, скумпия, смородина золотая Скумпия, акация жёлтая, тамарикс
	I	Вяз гибридный, робиния ф. морозоустойчивая
	II	Тамарикс, саксаул черный, терёскен серый

В аридном поясе огромные территории занимают пастбищные уголья (18-21 АЛМР), где видовой состав растительности чрезвычайно беден. В целях его обогащения создаются в основном насаждения из ценных кустарников. Ассортимент для различных категорий и типов пастбищ разработан отделом лесоаграрного освоения малопродуктивных аридных территорий ВНИАЛМИ (В. И. Петров и др., 2000) и приведен в гл. 9 (см. табл. 9.6).



## 5. ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

### 5.1. Общие сведения об эрозии

В современных эрозиоведческой, природоохранной, географической и геоморфологической науках понятие эрозии трактуется довольно широко – вообще как процесс денудации (перемещение субстрата), – и более узко – как процесс переноса (и даже отложения) мелкозема почв и грунтов горных пород водой и ветром (эрозия и дефляция), течения (крип) грунта, а также его солифлюкции – "течения" в переувлажненном состоянии в поле тяготения – и иные явления и процессы – механическая эрозия вследствие почвообработки и т. д. Под эрозией почв логичнее понимать только "водную" в отличие от введенной американцами и принятой многими современными учеными "ветровой" (дефляция) и "водной" эрозии. У А. С. Козменко (1954) в "Основах противоэрозионной мелиорации" очень аргументированно доказано, что "водную" ("истинную") эрозию надо выделить в особый класс явлений, поскольку ее агенты, физика и противоэрозионные мероприятия иные в сравнении с дефляционными. Как бы эрозия и дефляция ни были сходны (именно сходны, а не тождественны), для борьбы с ними требуется иной способ организации и выполнения почвозащитных мероприятий (в частности, размещение лесополос на местности с учетом направления ветра или падения склонов), иные конструкции лесополос и т. п.

Что же такое эрозия почв и грунтов?

Под эрозией следует понимать процесс отрыва, разрушения и выноса частиц субстрата водой, точнее водными потоками.

Движение частиц субстрата осуществляется несколькими способами: скольжением (волочением), перекатыванием, взвешиванием, сальтацией ("прыжками") с взмыванием и временным падением на дно потока. Скольжение и перекатывание осуществляются за счет сил поверхностного натяжения и лобового напора, а взвешивание и сальтация за счет подъемной силы и пульсации скорости течения воды.

Имеет значение также деструктивное (ударное) разрушение субстрата дождевыми каплями и их взмучивающее гидродинамическое действие на водный поток.

Такое перемещение почвенных частиц происходит и при дефляции. С этих позиций аналогия между эрозией и дефляцией вполне очевидна, но имеются и принципиальные различия. При эрозии почв частицы субстрата в водном потоке перемещаются по линиям максимального градиента поля тяготения (по линиям тока). При дефляции же ветровой поток перемещается независимо от падения склона, т. е. как наискось падению, так и вверх или вниз, поперек него. Это принципиально важно, поскольку определяет организацию выполнения противодефляционных мероприятий – направление почвозащитной обработки и особенно ориентацию лесополос. В силу этого дефлекцию и эрозию почв необходимо разделить по физической сути.

Существуют понятия естественной ("нормальной") и антропогенной (преимущественно сельскохозяйственной), а также древней и современной эрозии. Под древней понимают эрозию, происходившую в естественных условиях в результате "нормального" сноса субстрата стекающей водой, а также в ходе таяния снежно-ледниковых масс, образовавшихся при оледенениях в четвертичный период. Результатом было формирование современного рельефа (склонов и ГС). После завершения древнего ЭП в связи с расселением растительности вынос мелкозема с территории водосборов прекратился вовсе или снизился до минимального "нормального" уровня. ЭП резко активизировался при освоении территории человеком под скотоводство и земледелие; возникла антропогенная ("ускоренная") эрозия. Таковы общие представления о различных типах эрозии.

Принято различать два ее вида – смыв и размыв. Под смывом понимают "рассредоточенную" ("пластовую") эрозию – относительно равномерное удаление мелкозема с поверхности почвы или грунта. Размывом называют "сосредоточенную" (концентрированную, линейную, бороздчатую, русловую) эрозию в обычно изолированных руслах. Таким образом, в смыве различают относительно равномерное поверхностное удаление субстрата без образования рытвин (русл) и так называемую "мелко- и среднеструйчатую" эрозию – делювиальный смыв. Бороздковые промоинные образования заделываются при обработке почвы и граница между смывом и размывом относительна. Просто образующиеся при размыве относительно крупные (обычно глубже 30-40 см) промоины на пашне или лугах не заделываются при плужной обработке и

затем превращаются в крупные овражные формы.

Таким образом, очевидно: ЭП обусловлен гидрологическим процессом (ГП). В совокупности это достаточно сложное природное явление с учетом его антропогенной модификации (рис. 5.1, 5.2), известное как ЭПП.



Рис. 5.1. Классификация эрозии почв (по И. С. Кочетову, 1999)

С эрозией тесно связано другое, противоположное, явление – аккумуляция. Эрозия почв, начинаясь в приводораздельной части склонов, при достижении потоками воды некоторых критических значений усиливается по мере нарастания их глубины  $h$ , уклона  $I$ , скорости течения  $V$  в соответствии с уравнением Шези  $V = C\sqrt{hI}$  и мутности потока  $\rho$  примерно пропорционально  $V^3$ .

Скорость течения воды уменьшается при увеличении шероховатости (на берегах – склонах ГС при наличии травянистого растительного покрова и лесной подстилки). На днищах лощин и балок, имеющих обычно широкое дно и малые уклоны, скорость течения воды также уменьшается, что приводит к осаждению (аккумуляции) мелкозема на берегах и днищах лощин и балок.

В совокупности эрозия и аккумуляция образуют некое единство – эрозионно-аккумулятивный процесс (ЭАП).

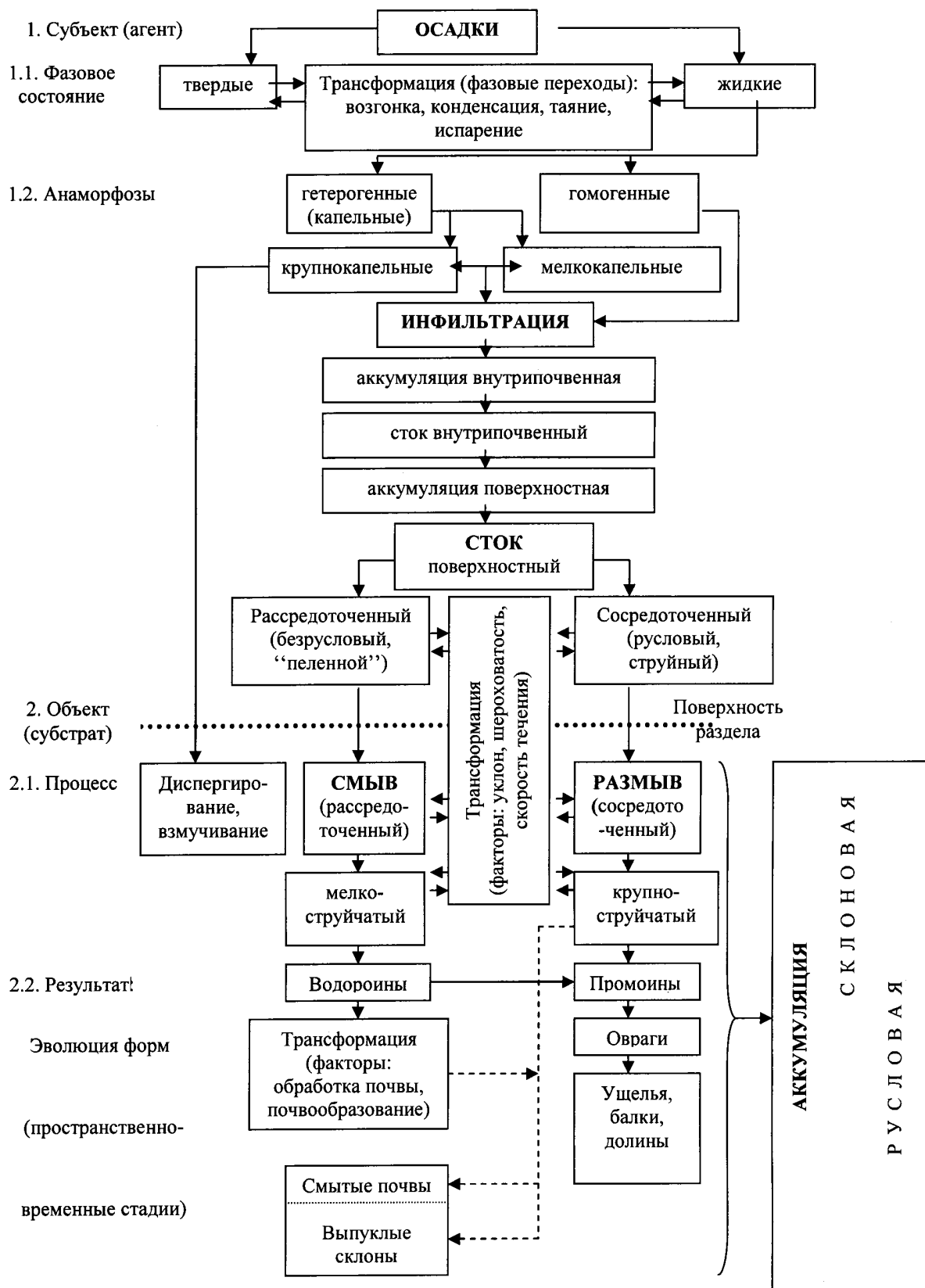


Рис. 5.2. Принципиальная блок-схема ЭП (по Е. А. Гаршиневу, 1999)

## 5.2. Закономерности проявления эрозионно-аккумулятивного процесса

### 5.2.1. Формирование поверхностного стока талых вод

Эрозионно-аккумулятивный процесс, как и любой другой, определяется рядом факторов. Излагаемые ниже закономерности ЭГП и полученные на их основе модели, в том числе математические, являются результатом исследований, анализа, обобщения литературной информации и обоснования новых концептуальных подходов к объяснению процессов инфильтрации воды в почву, стока талых и дождевых вод, смыва, размыва и аккумуляции мелкозема.

*Инфильтрация воды в талую почву.* При инфильтрации воды в талую почву, как только все поры и поверхность элементарных почвенных частиц (ЭПЧ) и почвенных агрегатов (ПА) будут полностью заняты водой, на поверхности субстрата образуется сплошная менисковая пленка – СМП (рис. 5.3). Эта пленка обладает двумя важными свойствами: вертикальной гидравлической проводимостью и сплошностью водной поверхности в просветах капилляров и на смоченной поверхности ЭПЧ. Первое свойство обуславливает собственно инфильтрацию, второе создает тангенциальную (касательную) составляющую водного потока и формирует хотя бы незначительный микросток по поверхности СМП и ЭПЧ.

Концепция СМП объясняет важнейшие гидрологические эффекты (явления): отсутствие стока при наличии значительной некапиллярной скважности (СМП не формируется), появление стока как следствия об-

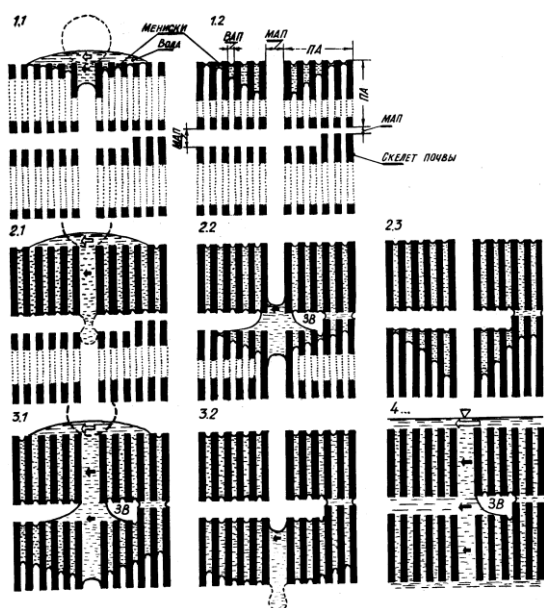


Рис. 5.3. Этапы (1.1-4...) взаимодействия влаги осадков с почвой, образования сплошной менисковой пленки, просачивания влаги в почву и формирования внутрипочвенного и поверхностного стока (стрелки):

ПА – почвенный агрегат, ВАП – внутриагрегатные поры, МАП – межагрегатные поры, ЗВ – полость с защемленным воздухом

разования СМП, увеличение интенсивности инфильтрации (и стока) при возрастании интенсивности осадков, уменьшение вероятности образования и более позднее возникновение СМП при дождях малой интенсивности с малыми размерами капель, формирование СМП на большей глубине при хорошей оструктуренности почвы и высокой водопрочности ПА, образование "внутреннего" микрорельефа в почве и внутрипочвенного стока и др.

Очень важна связь СМП со стоком. Общее правило: сток формируется только после образования СМП.

*Инфильтрация воды в мерзлую почву и концепция ледяного экрана.* Инфильтрационная способность мерзлых почв определяется существенно иными физическими процессами, суть которых в следующем. Известно, что водопроницаемость мерзлых почв значительно ниже, чем талых. Это объясняют снижением их инфильтрационной способности за счет закупорки пор льдом. Считают, что чем выше влажность мерзлой почвы и ниже ее температура, тем большая часть пор заполняется льдом и тем ниже ее инфильтрационная способность. Однако инфильтрационная модель водопроницаемости мерзлых почв не объясняет ряд важных явлений: почему формируется талый сток при исключительно низкой интенсивности снеготаяния (0,001-0,01 мм/мин) и наличии огромной свободной пористости (обычно около 50-60% объема пор), почему объем усвоенной влаги при оттаивании мерзлой почвы в точности равен объему свободных пор в оттаявшем слое.

Эти парадоксы объясняются с позиций концепции ледяного экрана (ЛЭ), образующегося при снеготаянии в результате теплообмена (рис. 5.4). Суть концепции ЛЭ в следующем. При снеготаянии в результате теплообмена талая вода, отнимая часть запасов холода почвы, превращается в лед, полностью перекрывающий все почвенные поры и создающий феномен водонепроницаемого слоя (экрана). Лишь после разрушения ЛЭ (оттаивания почвы) начинается собственно инфильтрация. За период снеготаяния почва, как правило, не успевает полностью оттаять, и количество усвоенной влаги поэтому в точности равно объему свободных пор в оттаявшем слое. Это обстоятельство А. Т. Барабанов объясняет способностью почвы, как саморегулирующейся системы, поглотить и удержать некоторое количество воды, определяемое дефицитом влажности (разности между содержанием влаги в почве при ее полной влагоемкости и фактической влажности). Процесс заполнения талой водой пор оттаявшего слоя называется термоинфильтрацией. Концепция ЛЭ легко объясняет многие наблюдаемые явления: образование льда под

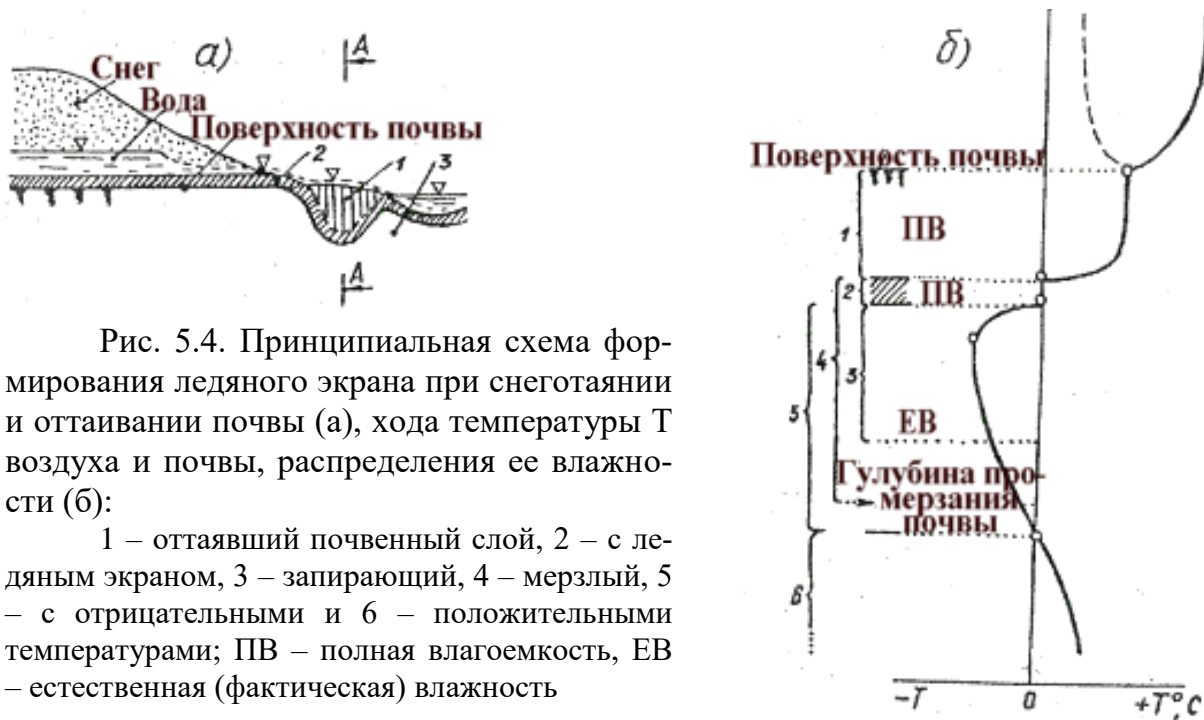


Рис. 5.4. Принципиальная схема формирования ледяного экрана при снеготаянии и оттаивании почвы (а), хода температуры  $T$  воздуха и почвы, распределения ее влажности (б):

1 – оттаивший почвенный слой, 2 – с ледяным экраном, 3 – запирающий, 4 – мерзлый, 5 – с отрицательными и 6 – положительными температурами; ПВ – полная влагоемкость, ЕВ – естественная (фактическая) влажность

снегом на поверхности почвы в начале снеготаяния, наличие льда в днищах ручьев на склонах, резкий скачок влажности от полной влагоемкости до естественной влажности при переходе от оттаявшей почвы к мерзлой (означает отсутствие признаков проникновения влаги под ЛЭ в мерзлый слой почвы), практически полное отсутствие влияния глубины промерзания почвы в слое более 30-50 см на усвоение влаги, равенство ее количества в оттаявшем слое почвы дефициту его влажности. Мощность этого слоя в годы со стоком варьирует в пределах 3-70 см, составляя в среднем 9-27 см на зяби и 8-10 (до 24) см на уплотненной пашне, и убывает от 15-27 см в лесостепи до 9-19 см в сухой степи.

Таким образом, усвоение влаги мерзлой почвой определяется самым верхним (приповерхностным) слоем небольшой мощности. В рамках концепции ЛЭ и термоинfiltrации находят объяснение указанные парадоксы усвоения влаги мерзлой почвой и низкий стокорегулирующий эффект или его отсутствие при применении агротехнических приемов регулирования стока (поделка микрорельефа, поперечная вспашка, рыхление, кротование и т. д.) во всех тех случаях, когда они не обеспечивают контакт воды с талыми (незамерзшими) слоями почвы. Этот контакт могут обеспечить лишь глубокое (ниже границы промерзания) щелевание почвы, устройство водопоглощающих канав, создание лесополос, обуславливающих резкое уменьшение глубины промерзания почвы или исключают его, особенно при их сочетании с гидротехническими устройствами (канавами с талым дном).

*Математические модели инфильтрации и стока.* Изложенные концепции сплошной менисковой пленки и ледяного экрана позволили усовершенствовать математические модели инфильтрации, в том числе с использованием известных разработок.

Интегральные характеристики инфильтрации при подтоке (в насаждение или на иной стокорегулирующий фон), а также при обычных дождевых и весенних паводках имеют следующий вид:

$$W = W_m [1 - \exp(-I_0/W_m)] \quad (5.1)$$

или

$$W/W_m = 1 - \exp(-I_0/W_m), \quad (5.2)$$

где  $W$  – текущие значения инфильтрации;  $I_0$  – текущие значения характеристик осадков;  $W_m$  – максимальная инфильтрационная способность почвы.

Из очевидного соотношения  $W = h_{\text{сн}} - S$ , где  $h_{\text{сн}}$  – запасы снеговой воды и  $S$  – слой стока, получается выражение для расчета стока:

$$S = W_m \left\{ \frac{h_{\text{сн}}}{W_m} - [1 - \exp(-h_{\text{сн}} / W_m)] \right\}. \quad (5.3)$$

*Закон лимитирующих факторов стока.* Сток талых вод протекает при сложном взаимодействии природных и антропогенных факторов. На основе обобщения и анализа многолетних (20-40 лет) данных ВНИАЛМИ и литературных источников, характеризующих связь стока талых вод на зяби  $Y_z$  и уплотненной пашне  $Y_{\text{п}}$  с запасами воды в снеге  $W_c$  и почве  $W_{\text{п}}$  (в слое 0-50 см) перед снеготаянием, глубиной ее промерзания и продолжительностью снеготаяния на юге ЦРНЗ, в ЦЧО и Поволжье, А. Т. Барабановым (1993) сформулирован и апробирован закон лимитирующих факторов стока талых вод. Установлено, что важнейшими природными факторами стока являются снегозапасы, увлажнение и глубина промерзания почвы. Интенсивность и продолжительность снеготаяния на величину стока талых вод не влияют. Объясняется это тем, что верхний слой почвы (0-30 см) увлажняется до наименьшей и даже полной влагоемкости, т. е. почва, как саморегулирующаяся система, поглощает максимально возможное количество воды, обусловленное ее дефицитом, а остальная стекает.

Суть закона лимитирующих факторов состоит в том, что при некотором (лимитирующем) значении одного из них сток не формируется независимо от уровня других. Определены максимальные значения факторов, при которых сток не формируется. Например, на юге ЦРНЗ, в ЦЧО и Поволжье, если почва талая или промерзла до глубины не более 30-50 см, сток не формируется независимо от количества снегоза-



пасов и уровня ее увлажнения. Дальнейшее увеличение глубины промерзания почвы выше лимитирующего уровня практически не влияет на величину стока, т. е. при любой глубине промерзания выше лимитирующей сток формируется одинаковый. Решающее влияние на него в этом случае оказывают увлажнение почвы и запасы воды в снеге. При увлажнении верхнего (0-50 см) слоя почвы до уровня менее 120-130 мм на юге ЦРНЗ и 70-95 мм в Нижнем Поволжье сток также не формируется независимо от глубины промерзания почв и количества воды в снеге, т. е. лимитирующим фактором является увлажнение почвы. При снегозапасах, не превышающих емкость микрорельефа поверхности почвы, сток также не формируется независимо от уровня увлажнения и глубины промерзания почвы. С помощью множественного корреляционно-регрессионного анализа при уровнях снегозапасов и глубины промерзания почвы выше лимитирующих дана количественная оценка их влияния на сток. Аналитически связь этих характеристик выражается уравнением прямой (рис. 5.5):

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2. \quad (5.4)$$

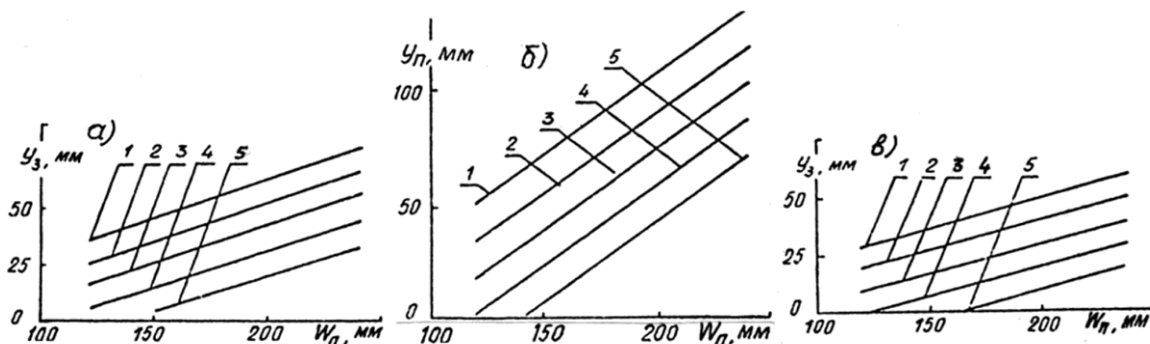


Рис. 5.5. Связь стока  $U_{п}$  и  $U_{з}$  с запасами влаги в почве  $W_{п}$  и снеге  $W_{с}$  в ЦЧО на серых лесных почвах при глубине промерзания свыше 37 см (а) и свыше 47 см (б, в) на типичном черноземе (при  $W_{с}$  соответственно 1-5, равном 200, 160, 120, 80, 40 мм)

Слой стока  $U_{п}$  и  $U_{з}$  зависит от дефицита влаги в почве  $\Delta W$  и снегозапасов перед снеготаянием  $W_{с}$ .

Опираясь на выявленные закономерности и связи, можно давать прогноз стока талых вод с сельскохозяйственной территории. Сначала определяется величина стока для каждого агрофона по уравнениям, приведенным в табл. 5.1, а затем для территории как средневзвешенная, пропорционально площади, занимаемой этими агрофонами (А. Т. Барабанов, 1993).

Для расчета стока с сельскохозяйственной территории, на кото-

Таблица 5.1

Уравнения связи слоя стока, мм, талых вод на зяби  $Y_3$  и на уплотненной пашне  $Y_{\text{п}}$  с запасами воды  $W_{\text{паш}}$ , мм, в слое почвы 0-50 см и снегозапасами перед снеготаянием  $W_{\text{сн}}$ , мм

Область, почва	Уравнения связи стока с природными факторами		Множественные коэффициенты корреляции		Ошибки уравнений, мм	
	на зяби	на уплотненной пашне	для зяби	для уплотненной пашни	для зяби	для уплотненной пашни
Орловская, серая лесная	$Y_3 = -165 + 0,95W_{\text{паш}} + 0,38W_{\text{сн}}$	$Y_{\text{п}} = -71 + 0,44W_{\text{паш}} + 0,41W_{\text{сн}}$	0,97	0,86	8,2	14,0
Курская, серая лесная	$Y_3 = -57 + 0,34W_{\text{паш}} + 0,26W_{\text{сн}}$	нет данных	0,61	-	26,8	-
Курская, типичный чернозем	$Y_3 = -50 + 0,25W_{\text{паш}} + 0,25W_{\text{сн}}$	$Y_{\text{п}} = -116 + 0,71W_{\text{паш}} + 0,41W_{\text{сн}}$	0,92	0,74	4,5	16,0
Воронежская, обыкновенный чернозем	$Y_3 = -40 + 0,19W_{\text{паш}} + 0,38W_{\text{сн}}$	$Y_{\text{п}} = -12 + 0,06W_{\text{паш}} + 0,69W_{\text{сн}}$	0,54	0,91	21,5	6,8
Самарская, обыкновенный чернозем	$Y_3 = -53 + 0,51W_{\text{паш}} + 0,04W_{\text{сн}}$	$Y_{\text{п}} = -24 + 0,17W_{\text{паш}} + 0,40W_{\text{сн}}$	0,48	0,92	8,4	7,0
Волгоградская: каштановая	$Y_3 = -27 + 0,38W_{\text{паш}} + 0,29W_{\text{сн}}$	$Y_{\text{п}} = -4 + 0,19W_{\text{паш}} + 1,14W_{\text{сн}}$	0,96	0,92	7,1	9,2
светло-каштановая	$Y_3 = -9 + 0,10W_{\text{паш}} + 0,09W_{\text{сн}}$	$Y_{\text{п}} = -12 + 0,17W_{\text{паш}} + 0,16W_{\text{сн}}$	0,64	0,84	5,6	8,7
Новая						

рой применяются почвозащитные мероприятия, можно использовать уравнение

$$Y = \sum_1^n (Y_{ai} \cdot S_{ai}) / \sum S_{ai} - Y_{л} - Y_{а} - Y_{г} - Y_{от}, \quad (5.5)$$

где  $Y_{ai} = a + b_1 W_{пai} + b_2 W_{cai}$  – слой стока с *i*-того агрофона (см. табл. 5.1), мм;  $S_{ai}$  – соответственно площадь агрофона, га;  $Y_{л}$ ,  $Y_{а}$ ,  $Y_{г}$ ,  $Y_{от}$  – слой уменьшения стока от применения соответственно лесомелиоративных, агротехнических и гидротехнических приемов и организации территории (система севооборотов), мм.

### 5.2.2. Характеристика стока на целине, зяби и уплотненной пашне

Для понимания генезиса форм ЭП, особенно естественного (древнего) и антропогенного (см. далее), важно знание специфики проявления ГП на целине и его преобразования при сельскохозяйственном освоении территории.

Полученные на обыкновенных черноземах ОПХ НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева в Каменной Степи характеристики водного баланса на элементарных стоковых площадках позволяют дать количественную оценку эволюции водного баланса территории при ее хозяйственном освоении (табл. 5.2). Они показывают, что запасы снеговой воды  $h_{сн}$  на сельскохозяйственной территории сильно (на 20-40%) уменьшаются. Это является следствием уничтожения пышной целинной растительности с большой долей высокостебельных растений и мощной рыхло сложенной "подушки" отмирающих на зиму трав целины, пре-

Таблица 5.2

**Водный баланс талых вод на склонах в Каменной Степи в среднем за 1950-1958 гг. (И. П. Сухарев, Г. С. Пашнев, 1968)**

Экосистемы: угодья, агрофоны	Водный баланс, мм			$K_c$
	$h_{сн}$	W	S	
<i>Заповедная территория</i>				
Степь некосимая (целина)	128	128	0,1	0,001
<i>Территория, измененная скотоводством</i>				
Степь выпасаемая	98	42	56	0,570
Степь косимая	80	41	39	0,490
<i>Территория, измененная земледелием</i>				
Стерня	103	43	60	0,580
Многолетние травы (люцерна)	98	40	58	0,590
Озимые	102	17	85	0,830
Зябь (вспашка)	78	47	31	0,400

пятствующим сдуванию снега. На травянистой целине вся влага зимних осадков (в среднем 128 мм) без остатка поглощается (просачивание  $W_{\square} \approx h_{\text{сн}}$ ) почвой, т. е. поверхностный сток  $S$  отсутствует практически полностью (коэффициент стока  $K_c \approx 0$ ). Сенокосение и особенно выпас в три раза уменьшают просачивание влаги и увеличивают сток.

На пашне уменьшение снегозапасов определяется наличием на поверхности растительных остатков (чем их больше, тем ближе пашня по этому показателю к девственной степи). На стерневом фоне и озимых посевах снегозапасы примерно такие же, как и на сенокосах и пастбищах, а за счет уменьшения просачивания сток заметно возрастает. Зябь отличается меньшим стоком и меньшей долей потерь осадков на сток, но снегозапасы на ней минимальны и просачивание влаги почти в 3 раза меньше, чем на целине.

Таким образом, скотоводство и земледелие привели к резкому ухудшению водного режима территории. Если на девственной степи все осадки холодного периода поглощаются почвой и поверхностный сток отсутствует, то на сельскохозяйственной территории потери зимних осадков за счет снегопереноса и испарения увеличиваются. Просачивание уменьшается, и сток соответственно возрастает. Уменьшение поступления влаги в почву обусловлено в меньшей степени потерями осадков со склонов при снегопереносе и в большей (главной) – снижением инфильтрационной способности почвы.

На Курском стационаре ИГ АН СССР, расположенном на территории Центрально-Черноземного государственного биосферного заповедника им. проф. В. В. Алехина, на склонах прослеживается та же тенденция уменьшения снегозапасов, инфильтрации и возрастания стока по цепочке естественные угодья – косимые степи – выпасаемые степи – стерня – посевы (табл. 5.3). На зяби снегозапасы минимальны, а инфильтрация выше, чем на других агрофонах пашни, но общего вывода о потерях осадков и ухудшении инфильтрационной способности почвы это не меняет.

В естественном лесу за период 1962-1970 гг. сток наблюдался только в 1969 г. и составил 48 мм; условия 1969 г. были исключительными для ЦЧО и значительной части европейской территории страны. За весь последующий период сток из леса отмечался всего два раза. Таким образом, талый сток из естественного леса практически отсутствует.

Сток на целине в 1962-1970 гг. наблюдался почти ежегодно (отсутствовал в 1966 г., при этом его не было нигде, кроме как на стерневом фоне); в 1967, 1968 и 1970 гг. он был очень мал (0,3-3,5 мм), а в ос-

Таблица 5.3

**Водный баланс талых вод и средний смыв почвы  $W_s$  на Курском стационаре ИГ АН СССР (склоны С, гидрографическая сеть ГС и лога С + ГС) в среднем за 1962-1970 гг. (обобщения А. М. Грина и Е. П. Чернышева, 1974, с дополнениями и изменениями Е. А. Гаршинёва)**

Угодье, агрофон	Часть водосбора	Водный баланс, мм			$K_c$	$W_s$ , кг/га
		$h_{сн}$	W	S		
<i>Заповедная территория</i>						
Лес дубовый	С	180	174,4	5,6	0,03	0
	С+ГС	180	178,0	2,4	0,01	0
	С <sup>1)</sup>	170	170,0	0	0	0
Степь некосимая (целина)	С	150	131,0	19	0,13	0 <sup>2)</sup>
	С+ГС	165	156,0	9,4	0,06	-
<i>Территория, измененная скотоводством</i>						
Степь выпасаемая	С	135	90,0	45	0,33	0 <sup>2)</sup>
	С <sup>3)</sup>	155	114,0	41	0,26	0
	С+ГС <sup>3)</sup>	165	105,0	60	0,36	-
	ГС <sup>4)</sup>	365	125,0	240	0,66	-
Степь косимая	С <sup>5)</sup>	120	61,0	59	0,49	0 <sup>2)</sup>
	С+ГС	140	95,0	45	0,32	-
<i>Территория, измененная земледелием (пашня)</i>						
Стерня	С	150	61,0	89	0,59	210
Озимые	С	130	39,0	91	0,70	430
Зябь (отвальная вспашка на глубину 20-22 см поперек склона)	С	125	81,0	44	0,36	790

Примечания: 1) без 1969 г.; 2) без 1962 и 1963 гг. (смыв в 1962-1963 гг. составлял от 3-6 до 35 кг/га на некосимой и косимой целине); 3) средние за 1966-1970 гг.; 4) средние за 1967-1970 гг. для ГС, изолированной от надбровочных склонов; 5) средние для двух стоковых площадок.

талые годы составлял 19-58 мм. В среднем же сток с целины в сравнении с сельскохозяйственной территорией намного меньше и его следует признать скорее завышенным, поскольку строго заповедный режим установлен сравнительно недавно и, кроме того, склоновый сток не дает полного представления о характеристике водного режима ландшафта. Более репрезентативны показатели стока с включением первичной ГС – на водосборах лоцин (логов). Для естественных угодий сток с логов устойчиво меньший, чем со склонов, т. е. в ГС условия просачивания талых вод лучше, чем на прилегающих склонах. Объясняется это, скорее всего, меньшим выхолаживанием здесь почвы за счет затрудненного ветрового перемешивания воздуха, лучшими почвенными

условиями (большем поглощении влаги и лучшим поэтому росте растений), более пышным растительным покровом и более мощными растительными, утепляющими почву остатками. Эта тенденция еще сохраняется на косимой степи, поскольку механизированное сенокошение сильнее уплотняет почву, чем скашивание на логах вручную или отсутствие кошения вообще.

Ситуация резко меняется при пастбищном использовании логов. Стравливание растительности вследствие воздействия копыт животных резко сокращает массу растительных остатков, уничтожает целинный войлок, уплотняет и даже разбивает поверхность почвы. Это уменьшает снегозапасы на склонах, усиливает снос снега в ГС, резко снижает инфильтрационную способность почвы. В результате сток возрастает до огромных величин (240 мм). При большом стоке с пахотных склонов (31-85 мм) и значительной доле ГС, используемой обычно под выпас или в комбинации со сенокошением, сток с сельскохозяйственной территории возрастает в сравнении со стоком в естественном ландшафте.

Дальнейшие исследования ИГ лишь подтверждают полученные результаты и сделанные на их основе выводы (табл. 5.4, с округлениями). Наиболее полно тенденцию трансформации склонового стока вследствие земледелия отражают материалы, полученные на основе обобщения оценок стока талых вод на стоковых (воднобалансовых) площадках (табл. 5.5 и рис. 5.6). Оценка выполнена на европейской территории Северной Евразии в 1948-1990 гг. на основе обобщения экспериментальных данных ВНИАЛМИ, ИГ АН СССР, ВНИИЗиЗПЭ, Курской ЗОМС, НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева и других НИУ РФ, Украины и Белоруссии. В целом эти данные свидетельствуют о значи-

**Весенний водный баланс на разных угодьях  
Курского стационара в среднем за 11 лет  
(М. И. Львович, 1974)**

Угодье, агрофон	Водный баланс, мм			K <sub>c</sub>
	h <sub>сн</sub>	W	S	
Дубовый лес	160	157	3,3	0,019
Целина	140	130	10,0	0,071
Степь выпасаемая	120	74	46,0	0,380
Стерня	125	44	81,0	0,360
Озимые	110	29	81,0	0,740
Зябрь (отвальная вспашка)	105	69	36,0	0,340

тельном возрастании талого стока за счет земледельческого фактора по сравнению со стоком с девственных лесных и целинных угодий. Эволюция эрозии при земледельческом освоении территории обусловлена спецификой ГП.

Исключительный ин-

Таблица 5.5  
**Показатели среднего  $Q_{ср}$  и разной вероятности превышения стока талых вод с уплотненной пашни (I) и зяби (II), мм**  
 (А. Т. Барабанов, 1993)

Область (край), почва	Агрофон	Вероятность превышения, %										$C_v$	$C_s$	$Q_{ср}$
		1	10	30	50	70	90	95	99					
Алтайский, оподзоленный чернозем	I	285	205	145	110	70	15	0	0	0,7	0,1	108		
	II	180	110	65	40	20	3	0	0	0,9	1,1	49		
Орловская, серая лесная	I	180	95	50	30	15	1	0	0	1,0	1,7	40		
	II	150	80	40	25	10	0	0	0	1,2	1,4	31		
Курская, темно-серая лесная	I	200	120	80	55	35	15	8	0	0,7	1,2	63		
	II	140	80	50	30	15	0	0	0	0,9	1,2	36		
Курская, выщелоченный чернозем	I	215	135	85	60	30	2	0	0	0,8	0,8	63		
	II	110	60	30	20	10	0	0	0	1,0	1,8	25		
Воронежская, обыкновенный чернозем	I	160	95	60	40	30	15	10	5	0,7	1,5	49		
	II	95	50	25	10	0	0	0	0	1,7	1,1	15		
Куйбышевская, обыкновенный чернозем	I	150	95	60	45	30	15	10	2	0,7	1,2	49		
	II	60	30	15	5	1	0	0	0	1,4	1,8	10		
Саратовская, южный чернозем, темно-каштановая	I	140	85	50	35	20	2	0	0	0,8	0,9	39		
	II	50	25	10	4	0	0	0	0	1,7	1,7	8		
Волгоградская: каштановая	I	90	55	35	20	15	2	0	0	0,8	1,0	26		
	II	40	20	10	4	0	0	0	0	1,4	1,6	7		
светло-каштановая	I	80	45	30	15	7	0	0	0	1,0	0,9	20		
	II	40	20	8	3	0	0	0	0	2,0	1,5	5		
Ростовская, североприазовский чернозем	I	135	60	30	10	4	0	0	0	1,3	2,4	22		
	II	80	35	15	4	0	0	0	0	1,8	2,2	10		

Примечание.  $C_v$  – коэффициент вариации,  $C_s$  – коэффициент асимметрии.



Рис. 5.6. Карта изолиний среднего склонового стока талых вод с зяби (сплошные линии) и уплотненной пашни (штриховые линии), мм (А. Т. Барабанов, Е. А. Гаршинев, 1987)

терес представляют данные ИГ о смыве почв (см. табл. 5.3). Они приводят к однозначному заключению: смыв почвы на склонах и в ГС девственных ландшафтов отсутствует полностью. Незначительный смыв в 1962 и 1963 гг., отмечавшийся на целинных склонах, обусловлен устройством валов ограждения воднобалансовых площадок; после восстановления дернины он прекратился.

Скотоводческое использование территории не изменило ситуации – смыв отсутствует как на склонах, так и в логах. Это заключение выглядит несколько парадоксально, поскольку интенсивное пастбищное использование территории приводит обычно к сильнейшему перевыпасу, крайнему истощению наземного растительного покрова, его деградации с выпадением ценных видов (особенно злаков), появлению скотобойных троп на берегах и днищах лоцин и балок и полностью оголенных участков в местах кучного перемещения животных (днища гидрографических понижений), водопоя и отдыха скота. Полученные ИГ материалы можно объяснить относительно малой пастбищной нагрузкой территории заповедника, что в историческом аспекте соответствует начальной стадии освоения территории, когда скота было



еще мало, а угодий для выпаса – в достатке. По мере увеличения поголовья нагрузка возрастала, для скотоводства использовались все большие территории (в том числе леса). В конечном итоге на пастбищах возник смыв и размыв (оврагообразование). Очевидно: в первую очередь это происходило в наиболее уязвимых местах – на днищах ГС, берегах и вблизи населенных пунктов с наибольшим сосредоточением животных. О возникновении в первую очередь донных оврагов, большей их плотности у населенных пунктов и уменьшении по мере удаления от них имеются литературные данные (А. Г. Рожков, 1981).

Иная ситуация складывается на пахотных склонах. Здесь смыв достигает ощутимых величин (0,2-0,8, в отдельные годы 5-6 т/га) и проявляется всегда в годы с формированием стока, каким бы ничтожным он ни был. И если смыв с естественных угодий по указанным причинам следует признать завышенным, то с пашни он явно (и сильно) занижен из-за недостаточной длины (200-230 м) воднобалансовых площадок. Кроме того, при этом не учитываются концентрация стока и усиление вследствие этого смыва на ложбинах. Сведения же о смыве с водосборов целых логов обычно отсутствуют.

Данных о водном балансе естественных лесов и целины в других основных почвенно-климатических зонах умеренного пояса – лесной и степной – или не имеется, или существуют сомнения в степени антропогенного изменения этих территорий. Оставляя этот вопрос открытым, следует отметить, что закономерности, установленные для условий лесостепи с мощными выщелоченными (Курский стационар, Стрелецкая Степь) и обыкновенными (типичными) черноземами (Каменная Степь), имеют универсальный характер, обусловленный как естественными факторами, так и ходом исторического антропогенного процесса. Имеющиеся литературные данные свидетельствуют о практическом отсутствии поверхностного стока и смыва почвы в лесах.

Несмотря на приведенные данные относительно эрозии в естественных условиях, существуют две диаметрально противоположные точки зрения. Одна из них, традиционная, разделяется большинством геологов, геоморфологов, почвоведов и эрозионников и состоит в том, что естественный ЭАП ("нормальная", или геологическая, эрозия) протекает постоянно, замедляясь или ускоряясь вместе с вариациями климата и характером растительности. Иными словами, они признают возможность ЭАП на территориях не только с разреженным, но и сомкнутым растительным покровом, в том числе в девственных лесах и на травянистой целине лесной, лесостепной и степной зон. Другая точка зре-

ния высказана еще А. И. Воейковым (1884), П. А. Костычевым (1886), но впервые обоснована А. С. Козменко (1909), поддерживалась Г. П. Сурмачем (1961) и в той или иной мере разделяется рядом ученых (Д. Л. Арманд, 1955; И. П. Герасимов, 1950, и др.). Суть ее заключается в тезисе, что на девственных территориях с сомкнутым растительным покровом высокая противоэрозионная стойкость лесной подстилки, степного войлока и дернины не просто ослабляет ЭАП, а исключает его полностью. Эрозия возникает и интенсивно проявляется лишь при сильном разреживании или исчезновении растительного покрова в эпохи четвертичных оледенений при похолоданиях климата, а также вследствие антропогенного вмешательства в природу. Г. П. Сурмач (1961) отмечал также, что в межледниковые эпохи, в том числе в голоцене после потепления и восстановления зонального типа растительного покрова, эрозия локализовалась лишь в руслах рек. Следует также признать, что естественный ЭАП протекает в любые климатические эпохи в нивальном поясе высокогорных и полярных пустынь, в экстрараидных условиях с крайне разреженным растительным покровом.

Вопрос имеет принципиальное значение, ибо от правильного его понимания зависит решение проблем генезиса почв и рельефа, формирования толщ геологических субаэральных отложений, гидрологии местности, стратегии и тактики противоэрозионной защиты, определения допустимых темпов эрозии и др.

Следует признать, что обе точки зрения основаны почти исключительно на доводах логики, а не на экспериментальных данных, которые только и могут внести ясность в суть вопроса. Таких данных очень мало, поскольку заповедных территорий в районах интенсивного земледелия почти не сохранилось.

### **5.3. Древняя эрозия**

При рассмотрении вопроса о рельефе территории как факторе ЭАП следует определиться, что понимается под рельефом. В данном случае рельеф территории – это система склонов в пределах ГС (суходольной – ложбин, лощин, балок (суходолов) – и долинной, обычно речной, – пойм, русл рек) и прилегающих к ней склонов от водоразделов до бровок ГС. Начальной стадией образования ГС является линейный промоинно-овражный размыв.

Разработаны различные классификации размывов по их положению на водосборе (донные, береговые, склоновые) и стадиям раз-

вития во времени (водороины, промоины, овраги). Из отечественных наибольшей известностью пользуются классификации размывов и прилегающих к ним склонов С. С. Соболева (1961) – рис. 5.7, 5.8.

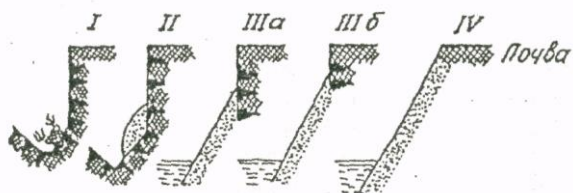


Рис. 5.7. Стадии развития склонов оврага (I-IV):

точки – формирование осыпи и превращение обрыва в откос с крутизной, равной углу естественного откоса; горизонтальные черточки – овражный аллювий

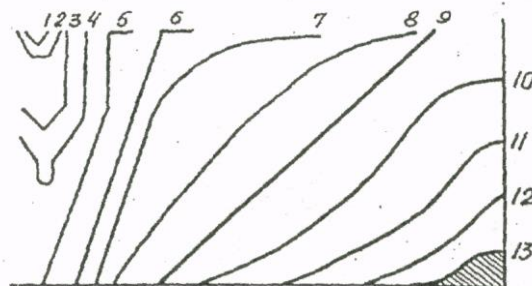


Рис. 5.8. Общая схема развития склонов:

оврагов и ущелий (1-6), балок и речных долин (6-13)

Несовершенство всех этих классификаций – в недостаточной последовательности генетического (т. е. физического по сути явления) подхода. Часть недостатков схем эволюции эрозионного размыва и надбровочных склонов снята Е. А. Гаршиным (1984 – рис. 5.9). Впервые

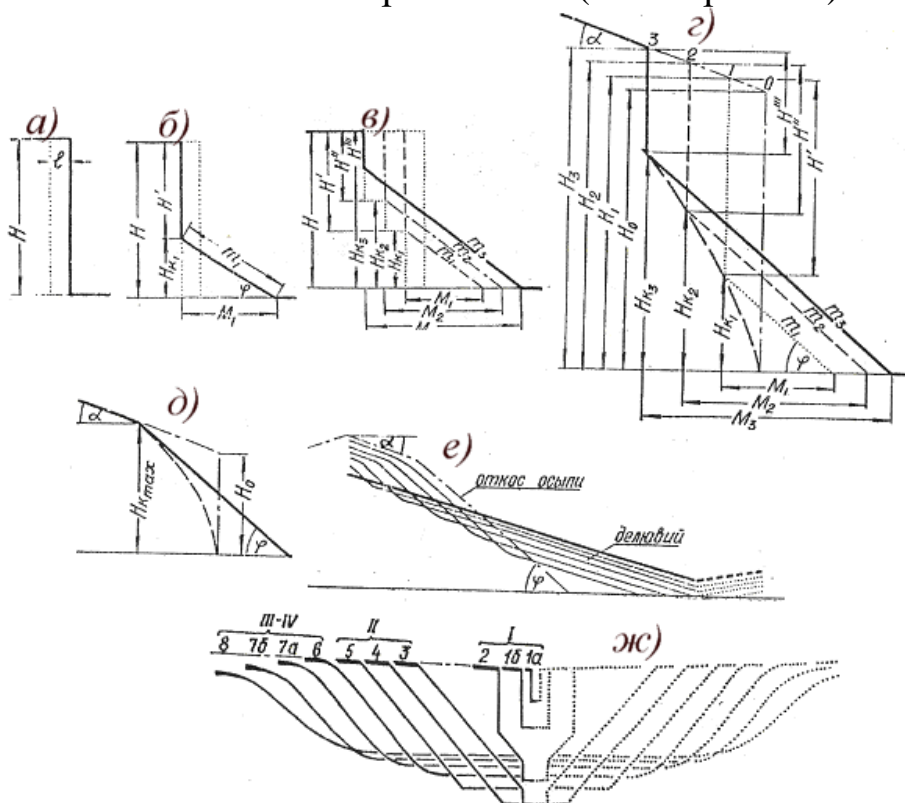


Рис. 5.9. Схема генезиса эрозионной выемки:

обрыва (а), осыпи (б), обрывисто-осыпного склона (в, г); превращение обрыва в осыпь (д), осыпного склона в делювиальный (е); стадии эволюции выемки (ж)

подчеркнуто со всей определенностью, что генетический ряд эволюции склонов обрыв – осыпь – склоны делювиального сноса – делювиально-пролювиальной и аллювиальной аккумуляции является спонтанно закономерным.

Важным шагом в развитии теории рельефообразования явилось выдвинутое В. В. Докучаевым (1878) положение о том, что овраг переходит в балку, а балка в речную долину, т. е. положение о генетической взаимосвязи сухоходольной ложинно-балочной и речной (долинной) ГС. Однако ученым не была проведена четкая грань между древней (балочно-долинной) и современной (промоинно-овражной) ГС. Впервые это с полной определенностью было сделано А. С. Козменко в начале XX в. (1909 и др.). Им были сформулированы важнейшие положения теории рельефообразования на равнине, являющиеся фундаментом современной противоэрозионной мелиорации: о древней (связанной с оледенениями) и современной (антропогенной, преимущественно сельскохозяйственной) эрозии почв; роли биоклиматического фактора (растительности) в возникновении ЭП; генетической разнокачественности современного (овражного) и древнего размыва; делювиальном генезисе лессов, его связи с формированием древней ГС и последовательным прохождением стадий от ложбины к ложине, суходолу и речной долине (А. С. Козменко, 1954 – рис. 5.10, 5.11). Выделены также несколько циклов послетретичной (четвертичной) древней эрозии, протекавшей при таянии мощных снежно-ледниковых скоплений и практически полном отсутствии или крайней скудности растительности. В пределах каждого цикла ученым выделялись три его стадии (см. рис. 5.10): эрозионного вреза размыва (рис. 5.10, I), расширения эрозионной выемки (рис. 5.10, II) и формирования покровной лессовидной породы (рис. 5.10, III). Последнее обстоятельство исключительно важно, так как, во-первых, объясняет генезис этой породы, а во-вторых, увязывает эрозию и аккумуляцию в единый ЭАП. Гипотеза о делювиальном происхождении лессов была высказана Армашевским-Павловым, но без тесной увязки с рельефообразованием.

В 70-е годы XX столетия выдающийся вклад в формирование основных положений теории рельефообразования А. С. Козменко был сделан Г. П. Сурмачем (1970 – рис. 5.12). Им была развита теория формирования лессов в связи с плейстоценовыми эрозионно-аккумулятивными циклами, влияния литологии четвертичных отложений на гидрологию почвогрунтов и в связи с этим на распространение травянистой и лесной растительности в лесостепи. Суть последнего положе-

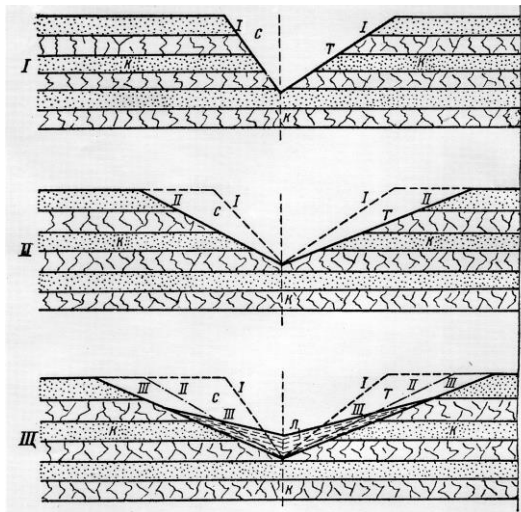


Рис. 5.10. Стадии эрозийного цикла:

I, II, III – профили стадий; К – коренная; Л – покровная (лессовая, лессовидная) порода; Т – теневой, С – солнечный склоны

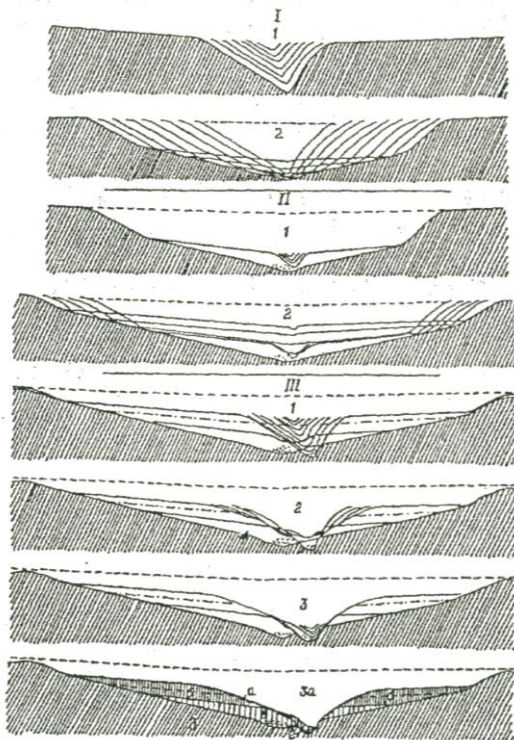


Рис. 5.12. Схема формирования склонов и покровных отложений в плейстоцене:

I, II, III – соответственно нижне-, средне- и верхнечетвертичный циклы эрозии

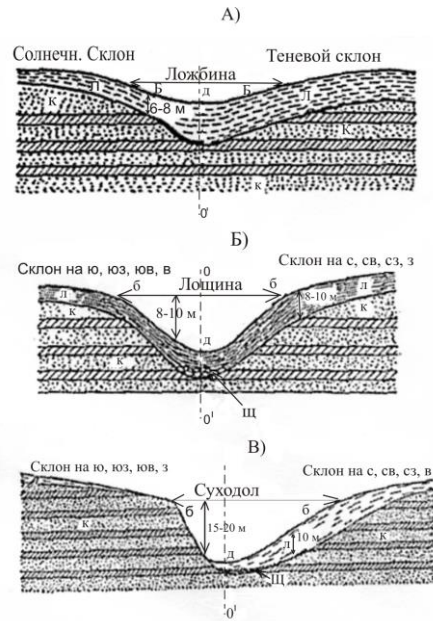


Рис. 5.11. Поперечный разрез звеньев суходольной ГС – ложбины (А), лощины (Б) и суходола (В):

Л – покровная (лессовая или лессовидная), К – коренная порода; б, д – соответственно берега и днища суходольной ГС

ния состоит в следующем. На относительно низменных территориях и части склонов возвышенностей с мощным довольно однородным покровом лессов и лессовидных пород с пониженной влагоемкостью формируется травянистая луговая и степная растительность с черноземными почвами.

На слоистых более влагоемких грунтах приводораздельных высот (в том числе с останцами коренных отложений), в ГС при наличии обнажений коренных пород или при их неглубоком залегании и на территориях с мало-мощным лессовым покровом поселяется лесная растительность и образуются серые лесные почвы. При вариациях климата происхо-

дит наступание леса на степь с образованием выщелоченных или оподзоленных почв, а при наступании степи на лес – темно-серых почв. Такое объяснение условий расселения растительности и особенностей почвообразования в связи с особенностями литологии грунтов, обусловленной рельефообразованием, представляется наиболее логичным и обоснованным.

Е. А. Гаршинёвым (1987) было выдвинуто и обосновано положение об адекватности функций формы склона (рис. 5.13)) и ЭАП, а именно: форма склона не просто очевидный результат эволюции ЭАП, ее функция в физическом и математическом смысле есть точное выражение функции ЭАП. Универсальным выражением формы эволюционирующих в ходе ЭАП склонов является логистическое уравнение

$$H = (H_{\max} - H_{\min}) / (1 + \exp(a + bL)) + H_{\min}, \quad (5.5)$$

где  $H$ ,  $H_{\max}$ ,  $H_{\min}$  – соответственно текущие, максимальные и минимальные (асимптотические) отметки поверхности склонов;  $L$  – длина склона;  $a$  и  $b$  – параметры.

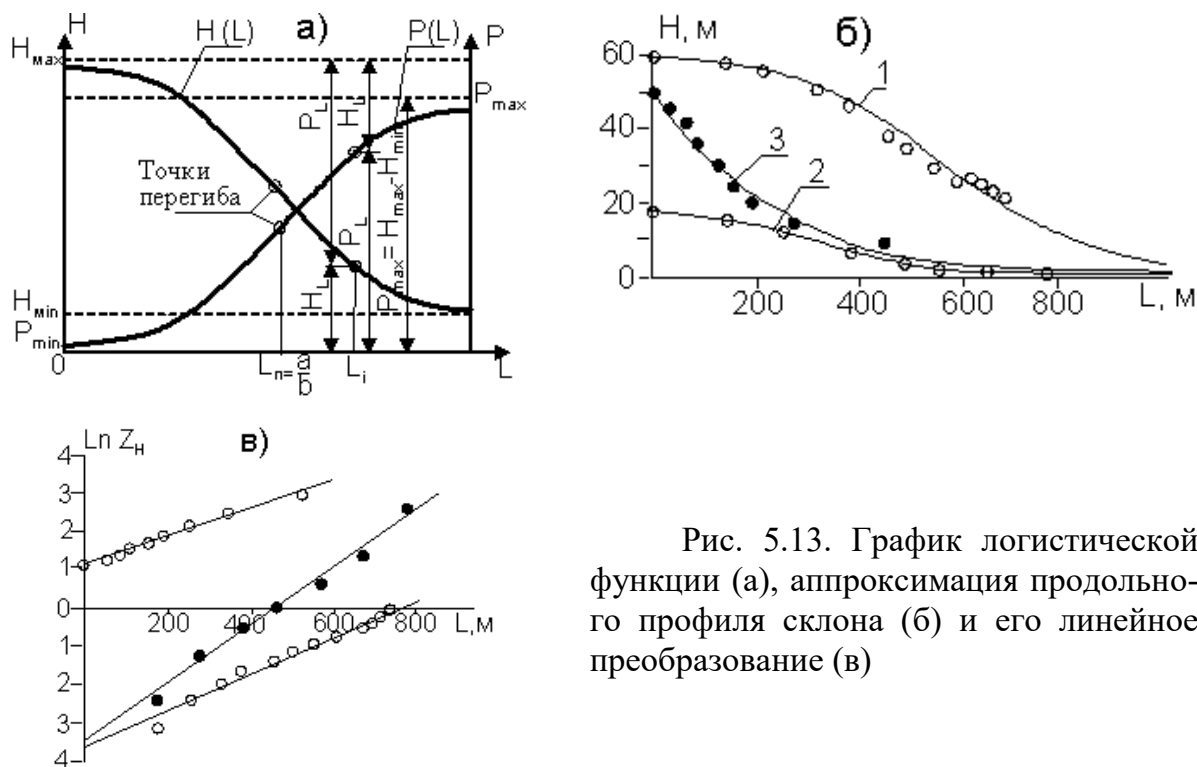


Рис. 5.13. График логистической функции (а), аппроксимация продольного профиля склона (б) и его линейное преобразование (в)

Падение склонов выражается функцией

$$P = (P_{\max} - P_{\min}) / [1 + \exp(a - bL)] + P_{\min}, \quad (5.6)$$

где  $P$ ,  $P_{\max}$ ,  $P_{\min}$  – текущее, максимальное и минимальное падение склона.

Уклоны являются производной функции падения и рассчитываются по выражению



$$I = P' = dP / dL = bc\varphi P_{\Delta}^2, \quad (5.7)$$

где  $I$  – уклон,  $c = \exp(a)$ ,  $\varphi = \exp(-bL)$ ,  $P_{\Delta} = 1 + c\varphi$ .

На основе анализа нескольких сот продольных профилей склонов Среднерусской и Приволжской возвышенностей, Зауральского пенеplена, Бие-Чумышского плато была доказана высокая адекватность выражений (5.5) и (5.6), описывающих поверхность формы склонов с точностью обычно от долей до целых процентов.

А. Н. Салугиным и Е. А. Гаршиным (1989 – рис. 5.14) совместно с сотрудниками ВолГУ А. И. Ивановым и О. В. Балагурой выполнены исследования эволюции склонов и эрозионного рельефа на основе дифференциального уравнения диффузии А. Эйнштейна, применявшие

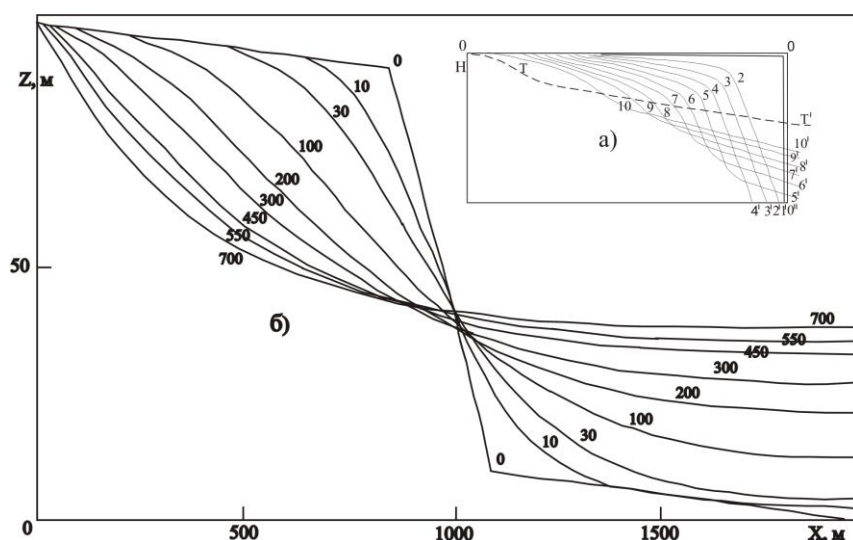


Рис. 5.14. Пространственно-временная эволюция формы склона в ходе ЭАП:

а – логико-графическая схема, б – результаты численного компьютерного эксперимента, 0-1-1' ... 0-t-t', 0...700 – последовательные положения поверхности склона во времени и на шаге счета ЭВМ

гося для этих же целей Ф. Экснером (1922), У. Каллингмом (1960), А. М. Трофимовым, В. М. Московкиным (1983) и др. Дж. Торнес и Д. Брунсден (1981) признали уравнение диффузии основой математической геоморфологии, т. е. его фундаментальный характер. В численных экспериментах на ЭВМ была подтверждена универсальность логистического уравнения, адекватно соответствующего модели ЭАП для выражения формы эволюционирующих склонов, и тем самым фундаментальность этого уравнения.

#### 5.4. Современная (антропогенная) эрозия

Как уже отмечалось, современная (антропогенная, преимущественно сельскохозяйственная) эрозия почв, возникает в результате уничтожения травянистой и лесной растительности, распашки территории и выпаса скота. Она проявляется в виде смыва почв и образования

промоин и оврагов, а смыв почв – в виде более или менее равномерного ("плоскостного") удаления водой мелкозема на близких к горизонтальным приводораздельным (плакорным) пространствам с весьма малыми уклонами. Здесь особенно ярко выражено деструктивное разрушение субстрата дождевыми каплями при более или менее равномерном (близком к сплошному) затоплении поверхности почвы водой. По мере движения водных потоков вниз по склону происходит их разделение на мельчайшие и мелкие струйки с турбулентным движением воды. Эти струйки при достижении ими критических скоростей вызывают образование струйчатых размывов – водороин. По мере увеличения скорости течения воды вниз по склону водороины увеличиваются в размерах по глубине и ширине (см. рис. 5.9, ж), сначала они имеют вертикальные стенки-борта (1а-2), затем из-за обрушения приобретают угол "естественного" откоса (3-5), их бровки несколько закругляются (6-8). Происходит разветвление за счет возникновения вторичных водороин на бортах-откосах, т. е. образуется своеобразное "древо" в пределах местных микроводосборов. Эти водороины при обработке почвы заравниваются. Незаравниваемые водороины глубиной более 30-40 см превращаются в промоины и овраги. Вследствие удаления из русел водороин мелкозема слой почвенного субстрата с поверхности утончается, что и обуславливает эффект формирования смытых почв. Слой удаляемого мелкозема нарастает по мере движения от водораздела к бровкам ГС, и степень смытости почв увеличивается, так формируются слабо-, средне-, сильносмытые и весьма сильносмытые почвы, гумусовый горизонт которых  $A + B_1$  уменьшается (с уменьшением содержания гумуса), по классификации Г. П. Сурмача, соответственно до 25, 25-50, 50-75 и 75-100%. При чрезмерном смыве удаляется частично или полностью иллювиальный, или переходный, горизонт  $B_2B_3$ .

Что касается овражной эрозии, то по классификации А. С. Козменко выделяют донные, береговые, а также склоновые и вершинные (отвершковские) овраги. Они соответственно располагаются по днищам и в вершинах, по берегам (подбровочным) склонам ГС, на присетевых (надбровочных) и частично даже приводораздельных склонах, обычно занимая до 3-5 % от площади лоцинно-балочных водосборов. Промоины и овраги приурочены, как правило, к местам концентрированного сброса вод поверхностного стока по естественным понижениям рельефа (днища, вершины лоцин и балок, ложбины) и искусственным рубежам (бывшие межи на берегах ГС и присетевых склонах, дороги и т. п.).

На степень смытости почв сильное влияние оказывает крутизна



и длина склонов, характер снегоотложения на склонах разной экспозиции, а также противоэрозионная устойчивость почв, которая определяется типом почв соответственно их оструктуренности, гумусированности, водопроницаемости. На черноземах эти характеристики лучше, чем на серых лесных, подзолистых, каштановых почвах.

Обесструктуренные почвы легкого гранулометрического состава, особенно супесчаные и песчаные, смываются сильнее, чем суглинистые и глинистые. Обработка почвы сельхозорудиями приводит к их распылению и уплотнению, что увеличивает интенсивность смыва. Значительное влияние на смыв оказывает рельеф – длина, крутизна и форма склонов. Смыв сильнее выражен на склонах выпуклой формы, меньше – на прямых и особенно вогнутых. Фактор рельефа математически выражается произведением уклона на длину склона  $I^n L^p$ , где  $I$  – уклон,  $L$  – длина склона,  $n$  и  $p$  – параметры ( $n = 1,5$ ,  $p = 0,5$ ). Фактор рельефа используется в уравнениях расчета смыва на некотором отрезке склона и суммарно по его длине, разработанных Цингом (США), Я. В. Корневым, Службой охраны почв США, Вишмайером-Смитом, Г. П. Сурмачем. На основе функции формы склона (5.5)-(5.7) и с учетом преемственности с уравнениями Вишмайера-Смита и Г. П. Сурмача впервые было разработано уравнение для расчета текущего (в любой точке склона) смыва (Е. А. Гаршинев, 1984):

$$W_T = \alpha [K] (h_c)^s (\varphi_1 P^2)^n L^p, \quad (5.8)$$

где  $\alpha$  – коэффициент размерности и пропорциональности;  $[K]$  – произведение коэффициентов, характеризующих противоэрозионные свойства почв и агрофонов;  $h_c$  – слой стока;  $\varphi_1 = bc\varphi/\Delta P$ ,  $\varphi = \exp(-bL)$ ,  $c = \exp/(a)$ ,  $P = \Delta H \cdot P_D = \Delta H(1 - H_{\min}) = \Delta H/(1 + c\varphi)$ ,  $\Delta H = H_{\max} - H_{\min}$ ,  $P_D = 1/(1 + c\varphi)$ ;  $n, p, s$  – параметры ( $n \approx 1 - 2$ ,  $p \approx 0,5 - 2,0$ ,  $s = 0,95$ ).

## 5.5. Комплекс мероприятий по защите почв от эрозии

### 5.5.1. Общая характеристика противоэрозионных приемов

Эрозия почв – сложный процесс, который протекает в результате взаимодействия природных и антропогенных факторов, поэтому меры борьбы с ней должны быть комплексными. Впервые идея комплексного воздействия на природные факторы в основном с целью борьбы с засухой была выдвинута В. В. Докучаевым. Для борьбы с водной эрозией почв А. С. Козменко в 20-х годах XX в. обосновал идею комплексного

Таблица 5.6  
**Основные мероприятия и приемы, входящие в состав противоэрозионных комплексов (А. Т. Барabanов, 1993)**

Противоэрозионная организация территории	Приемы			гидротехнические
	лесомелиоративные	агротехнические	лугомелиоративные	
Выделение земель с разными почвенно-экологическими условиями и способами хозяйственного использования. Размещение полей севооборотов (полевого и почвозащитного) в зависимости от почвенно-экологических условий, крутизны склона, требовательности сельскохозяйственных культур к условиям произрастания и их почвозащитных свойств. Организация рабочих участков на полях. Размещение лесных полос, гидротехнических сооружений и других линейных рубежей поперек склона или по контуру. Крупнополосное размещение сельхозкультур в системе контурных стокорегулирующих лесных полос.	Лесополосы: ветроломные, стокорегулирующие, прибалочные, приовражные, придорожные. Лесные насаждения в ГС, вокруг прудов и водоемов и др.	Вспашка поперек склона или по контуру. Безотвальная и плоскорезная обработка на разную глубину. Вспашка поперек склона с почвоуглублением. Прерывистое бородование, рыхление междурядий и окучивание пропашных культур. Применение удобрений.	Коренное и поверхностное улучшение естественных кормоных угодий. Коренная мелиорация размытых приречных земель и сетевых земель гидрографического фонда.	Сложные (бетонные и др.) водосбросные сооружения. Земляные водоотводящие и водозадерживающие валы. Валы-плотины. Канавы с валами самотечно или в сочетании с лесными полосами. Распылители стока, водоотводящие борозды. Напашные валы с широким основанием на пашне. Валы-террасы на Донных запруды, пруды.

подхода с охватом целых водосборов. Он первый предложил для борьбы с оврагами систему мер не только на самих оврагах, но и главным образом на всем водосборе. На Новосильской опытно-овражной станции (ныне Зональная агролесомелиоративная опытная станция им. А. С. Козменко) был разработан и осуществлен противоэрозионный комплекс, включающий организационно-хозяйственные, лесомелиоративные, агротехнические, лугомелиоративные и гидротехнические мероприятия. В последующем этот комплекс совершенствовался С. С. Соболевым, С. И. Сильвестровым, Г. П. Сурмачем, Г. И. Швобсом, И. П. Здоровцовым, Е. А. Гаршиным, А. Т. Барабановым, И. Г. Зыковым, А. Г. Тарарико, А. И. Шабаевым и другими исследователями. Во ВНИАЛМИ А. Т. Барабановым была разработана классификация элементов и отдельных приемов противоэрозионного комплекса (табл. 5.6) для его проектирования.

Все противоэрозионные мероприятия можно разделить на три основные группы. В первую группу входят приемы рассредоточенного влияния на водопоглощение и сток, преимущественно агротехнические: приемы поверхностного водозадержания (вспашка поперек склона или по контуру, искусственный микрорельеф, щелевание и др.), безотвальные и мульчирующие обработки, снегозадержание и регулирование снеготаяния, полосные посевы, приемы повышения водопроницаемости почвы (глубокое рыхление, окультуривание, оструктуривание) и др. Во вторую группу входят приемы "сосредоточенного", локального, действия – линейные рубежи: водоотводящие и водозадерживающие валы, канавы с валами, валы-террасы и др. В третью – приемы, обладающие свойствами как локального (задержание и регулирование стока на рубежах), так и пространственного (задержание воды в поле на месте выпадения осадков) действия. Это лесомелиоративные приемы. Они могут комбинироваться с приемами второй группы. Есть ряд промежуточных приемов (щелевание, кулисные и полосные посевы и т. д.), сочетающих в себе качества приемов первой и второй групп. Они отнесены к первой группе. Роль и место этих приемов в почвозащитной системе земледелия различна.

### 5.5.2. Почвозащитная организация территории и севообороты

Почвозащитная организация территории предусматривает выделение севооборотных массивов с учетом крутизны склона, эродированности почв, интенсивности современных процессов эрозии, выбор

и разработку схем севооборотов, определение размеров полей и размещение их на территории, размещение лесных полос и других линейных рубежей, определение приемов и технологий обработки почвы, места гидротехнических сооружений и способов улучшения суходольных лугов.

При планировании комплекса противоэрозионных мероприятий исходят из того, что в ходе рельефообразования, а также под воздействием природных и антропогенных факторов на водосборных бассейнах разного ранга и их склонах сложились разные почвенно-экологические условия, определяющие формирование, по А. С. Козменко, различных земельных эрозионных фондов – приводораздельного, присетевого и гидрографического.

*В приводораздельной* части склонов крутизной до 3-4° (приводораздельный земельный фонд) почвы несмытые и слабосмытые. Процессы эрозии здесь протекают слабо, интенсивность смыва часто не превышает скорость естественного почвообразовательного процесса. Однако эта территория является ареной формирования стока, который, поступая на присетевые участки склонов и в ГС, приводит к смыву почвы и размыву почвогрунтов, а также к выносу биогенных веществ в водные источники. Здесь противоэрозионные мероприятия должны быть направлены на задержание воды на месте или безопасный сброс в зависимости от природной зоны.

*В присетевой* части склонов крутизной более 3-4° и до бровки ГС (присетевой земельный фонд) образуется полоса средне- и сильносмытых почв, характеризующихся пониженным содержанием гумуса, ухудшенными водно-физическими и химическими свойствами и сильной податливостью эрозии. Здесь в основном протекают процессы смыва (иногда и размыва) как за счет собственного стока, так и за счет подтока с вышележащей территории, поэтому противоэрозионные мероприятия должны быть направлены на защиту почв от смыва, восстановление и повышение их плодородия.

*В гидрографической сети* (гидрографический земельный фонд – берега, крутосклоны (более 10-15°), днища лощин, суходолов и балок, речные долины) протекают в основном процессы размыва и смыва, распространены здесь сильно и весьма сильно смытые почвы, но имеются несмытые, слабо- и среднесмытые, а также намытые почвы. Мероприятия на этих угодьях должны быть направлены на предохранение их от размыва и смыва.

С учетом вышесказанного рекомендуется земли на склонах кру-

тизной меньше 3-4° использовать интенсивно в зернопропашных или зернопаропропашных севооборотах с максимальным насыщением пропашными культурами: пар чистый – озимые – кукуруза – яровая пшеница – ячмень, овес; пар чистый – озимые – яровая пшеница – просо – ячмень (овес); пар чистый – озимые – зернобобовые – яровая пшеница – ячмень (овес). Земли на склонах круче 3-4°, где наиболее интенсивно протекают ЭП, отводятся под почвозащитные севообороты с максимальным насыщением малотребовательными к условиям произрастания и обладающими высокой почвозащитной способностью многолетними травами: яровые с подсевом многолетних трав – многолетние травы – многолетние травы – многолетние травы – многолетние травы.

На границе между севооборотами и внутри полей размещаются СЛП поперек склона или по контуру горизонталей. Исследованиями на Новосильской ЗАГЛОС установлена высокая противоэрозионная эффективность такой организации территории. Использование присетевых земель крутизной свыше 3-4° в почвозащитном севообороте с большим насыщением многолетними травами в системе лесополос способствовало полному предотвращению смыва почвы, а при размещении зерновых культур с отвальной вспашкой под них смыв достигал почти 23 м<sup>3</sup>/га (А. Т. Барабанов, 1993).

### 5.5.3. Лесомелиоративные мероприятия

#### 5.5.3.1. Стокорегулирующие полосы

Лесомелиоративные противоэрозионные мероприятия включают создание системы ЗЛН из стокорегулирующих, прибалочных, приовражных лесополос и насаждений на ГС.

Стокорегулирующие лесополосы разделяют длинные склоны на короткие отрезки и способствуют повышению водопоглощения, регулированию стока и сокращению эрозии почв. Обобщенные оценки параметра максимального водопоглощения и разработанные математические модели (5.1 и 5.2) позволяют получать для лесополос разной ширины расчетные характеристики водопоглощения и слоя сокращения полевого стока в зависимости от водности весен, длины склонов, почвенно-климатических условий и др. Лесополосы, размещаемые с учетом рельефа (рис. 5.15), образуют, по выражению Г. П. Сурмача, противоэрозионный каркас территории и способны сократить склоно-

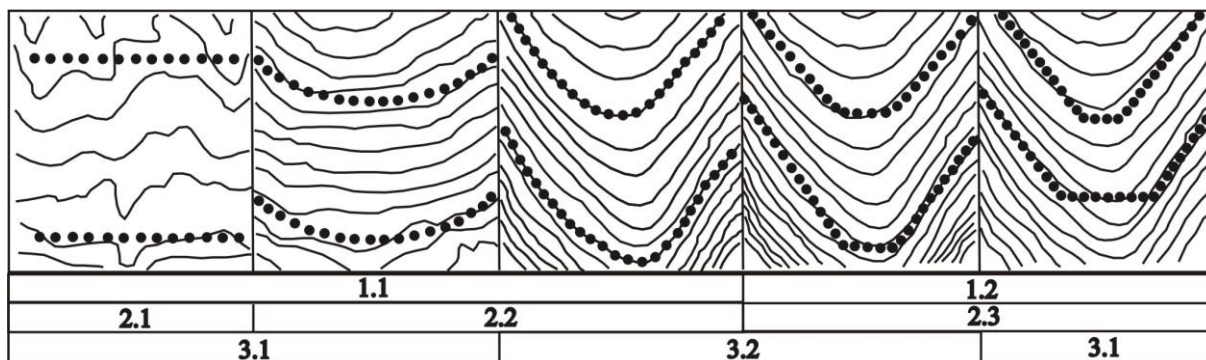


Рис. 5.15. Варианты трассирования стокорегулирующих лесополос (Е. А. Гаршинёв):

1.1 – горизонтальное (контурное), 1.2 – субгоризонтальное (субконтурное), 2.1 – прямолинейное, 2.2 – криволинейное, 2.3 – криволинейно-прямолинейное, 3.1 – эквидистантное (параллельное), 3.2 – неравнорядное (непараллельное)

вый сток на величину от 4-7 мм в маловодные годы до 24-34 мм в многоводные, что намного превышает стокорегулирующий эффект обычных агротехнических приемов.

Доля поглощенного полевого стока составляет величину от 0,13-0,54 в многоводные годы, до 0,74-0,89 в маловодные и 0,25-0,84 в средневодные. Вместе с тем стокорегулирующий эффект лесополос может быть повышен различными приемами: мульчированием почвы в междурядьях и особенно с применением гидротехнических средств – валов, канав и их сочетаний, – обеспечивающих слабое промерзание почвы или его отсутствие (особенно в днищах канав). При этом величины максимального водопоглощения возрастают в несколько раз – до 3000-5000 мм и более (табл. 5.7). Это обеспечивает повышение поглощения талых вод в средневодные годы до 40-50 (100) мм и более. Сокращение стока лесополосами происходит вследствие уменьшения снеготранспорта, глубины промерзания в лесополосах и на полях и, как следствие, увеличения инфильтрационной способности почвы (см. рис. 3.1).

Первым вопросом, который приходится решать прикладной лесной мелиорации после оценки мелиоративного влияния ЗЛН на прилегающую территорию, является их пространственная ориентация, определяемая энергомассопреносом. На земной поверхности есть два основных носителя потоков вещества и энергии – вода и ветер. Направление ветра определяется градиентами атмосферного давления, водных потоков – горизонтальной составляющей поля гравитации. Векторы этих градиентов в общем случае различны. В прикладном плане это приводит к задаче о предпочтительном (оптималь-

Таблица 5.7

**Зональные осредненные величины весеннего максимального водопоглощения  $W_m$  при различных способах усиления лесных полос (ЛП)**

Приемы усиления водопоглощения	$W_m$ по зонам, мм		
	нечерноземная	черноземная	каштановая
Биологические (в междурядьях):			
мульча	100	500	100
люпин	-	800	-
хворост	-	-	300
Гидротехнические:			
борозды	1100	-	-
валы: вне ЛП	1200	-	-
в ЛП	2200	3300(9500)	900
каналы: вне ЛП	1500	-	-
в ЛП	310 <sup>x</sup> (17000)	3600	-
валы + каналы: вне ЛП	2200(7000)	2800	-
в ЛП	3800	4400	2300
Сочетание биологических и гидротехнических:			
плетневые запруды	-	-	1100
валы + каналы + мульча (люпин)	-	5000*(12000)	-

*Примечание.* \* – фактическое среднее водопоглощение  $W_c$ ; в скобках – с учетом экстремально высоких значений  $W_m$ .

ном) размещении лесополос поперек действия наиболее вредоносного явления и о пределах (критериях) допустимых отклонений без существенных потерь мелиоративного эффекта. Рассмотрим современное состояние вопроса. Практически во всех инструкциях, регламентирующих размещение лесополос при их проектировании и создании, всегда предписывалось ветроломные лесополосы размещать поперек направлению наиболее вредоносных ветров (дефлирующих, суховейных, метельных) с допустимыми отклонениями до 30-40° по организационным соображениям на плоских водоразделах и склонах некоторой предельной крутизны – обычно от 1,5-2,0° до 3-4°; в районах сильного проявления эрозии этот предел в последние годы понижался до 1°. Относительно критерия предельной крутизны склона следует заметить, что в рекомендациях он дается без достаточного научного обоснования. Его существование обусловлено более чем 100-летней традицией считать ветроломные функции ЗЛН приоритетными, особенно в борьбе с засухой. Аргументом для обоснования предельной крутизны склона обычно является тот факт, что средне- и сильноосмы-

тые почвы приурочены к присетевым склонам круче 2-4°. Однако размещение лесополос определяется не только крутизной, но и длиной склона. А это значит, что изоляция присетевых склонов от подтока воды сверху не позволяет задержать воду с 70-80% территории приводораздельных склонов.

Существенно важным аргументом в пользу дифференциации способа размещения лесополос с учетом крутизны склона было бы резкое изменение их ветроломной эффективности при отклонении от перпендикулярного к вредоносным ветрам направления, однако этот вопрос нуждается в специальной проработке.

Я. Д. Панфиловым была установлена и обстоятельными исследованиями Я. А. Смалько подтверждена простая зависимость дальности ветроломного влияния лесополос  $L_\alpha$  от угла  $\alpha$  между направлением ветра и перпендикуляром к лесополосе:

$$L_\alpha = L_{\alpha\max} \cdot \cos\alpha, \quad (5.9)$$

где  $L_{\alpha\max}$  – максимальная дальность ветроломного влияния ЛП при перпендикулярном к ней направлении ветра ( $\alpha = 0^\circ$ ).

С увеличением  $\alpha$  от  $0^\circ$  до  $90^\circ$  отношение  $L_\alpha / L_{\alpha\max}$  при  $L_{\alpha\max} = 1$  уменьшается от 1 до 0 (в действительности за счет боковой шероховатости ЛП  $L_\alpha / L_{\alpha\max}$  отличается от 0 при  $\alpha = 90^\circ$ ):

$\alpha$ , град	0	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90
$L_\alpha / L_{\alpha\max}$	1,00	0,98	0,94	0,87	0,77	0,71	0,64	0,50	0,34	0,17	0

Таким образом, зависимость (5.9) выявляет очень слабое изменение дальности влияния лесополос при отклонении ветра от перпендикулярного к ним направления. Так, отклонение на угол  $\pm 10-20^\circ$  изменяет дальность влияния всего на 2-6%. При отклонении на  $30^\circ$  это изменение ощутимо (13%), но невелико. Лишь при отклонении на угол  $30-45^\circ$  уменьшение дальности влияния достигает 20-30%.

Следовательно, расчет размещения ветроломных лесополос по выражению (5.9) неточен. Требуется определить преобладающее направление ветра. Часто за него принимается румб с наибольшей повторяемостью ветра  $n$  (%). Однако более правильно ориентировать лесополосы с учетом суммы повторяемости ветров по парным противоположным направлениям (осям). Ее можно рассчитать по так называемой суммарной дальности ветроломного влияния лесополосы  $R$  как суммы проекций дальности влияния лесополос.

Анализ ветрового режима по материалам более 2000 метеостанций страны позволяет сделать вывод о том, что на значительной части земледельческой территории Северной Евразии (там, где величи-



на суммарной ветроломной эффективности лесополос для преобладающих осей направлений ветра  $R_n$  не превышает 70%) отклонение размещения лесополос от перпендикуляра к оси преобладающих направлений ветра на угол 45 и даже 90° не приводит к существенному уменьшению их ветроломной эффективности.

Этот вывод имеет первостепенное значение при решении вопроса о размещении лесополос в районах совместного проявления эрозии и вредоносных ветров (главным образом Нечерноземье, ЦЧО, север Украины, Среднее Поволжье). Иными словами, в таких районах лесополосы можно и необходимо размещать, сообразуясь с рельефом местности. На значительной части территории (юг Украины, районы Северного Кавказа, Средней Азии, Западной Сибири), где оси направлений ветра сильно выражены и где, как правило, высока вероятность засух и дефляции, при размещении лесополос нельзя не считаться с направлением ветров. Кроме того, вывод о целесообразности размещения лесополос с учетом главным образом рельефа в районах с незначительной выраженностью преобладания направлений (осей) вредоносных ветров не свидетельствует об ухудшении ветроломной функции лесополос. Наоборот, это означает, что их ветроломная эффективность будет примерно одинаковой почти по всем направлениям. Это очень важно, так как обеспечивает оптимальное сочетание ветроломной, стокорегулирующей и противоэрозионной функций лесополос.

Совокупность изложенных материалов позволяет заключить, что в большинстве земледельческих районов, подверженных совместному проявлению эрозии и вредоносных ветров, при размещении лесополос предпочтение следует отдавать рельефу, т. е. ориентироваться в первую очередь на использование стокорегулирующей и противоэрозионной функций лесополос.

На территориях с выраженным рельефом противоэрозионные и стокорегулирующие лесные полосы размещают на основе расчетов поперек склона (по контуру горизонталей) следующими способами (см. рис. 5.15):

параллельно прямолинейно – на склонах с прямым поперечным профилем;

параллельно прямолинейно-контурно – на склонах собирающего и рассеивающего типа с равномерным расстоянием между горизонталями;

параллельно контурно – на склонах собирающего и рассеивающего типа с равномерным расстоянием между горизонталями;

параллельно контурно со спрямлением на ложбинах с неравномерным расстоянием между горизонталями – от водораздела вниз по склону до ГС.

При проектировании контурных стокорегулирующих лесных полос необходимо стремиться к их параллельности. При этом контурность (кривизна) лесных полос, если они являются направляющими линиями обработки, должна быть такой, чтобы радиусы загонов на всем участке были не менее 60-70 м.

Расстояние между СЛП  $L_{МП}$  определяется из неравенства

$$L_{МП_i} = (L_{d_i} + L_B) \leq L_{C_i} \leq L_P, \quad (5.10)$$

где  $L_{d_i}$  – длина отрезков склона, на каждом из которых текущий смыв  $W_L$  достигает допустимой величины  $W_d$ , т/га;  $i = 1, 2, 3, \dots$  – порядковый номер (от водораздела) межполосного пространства;  $L_B$  – суммарная ширина прилегающих к верхней и нижней опушкам лесополосы поясов, в пределах которых темпы восстановления почвенного плодородия превышают темпы смыва, м;  $L_{C_i}$  – расстояние между основными лесными полосами с учетом уменьшения дальности их ветрорегулирующего влияния на склонах, м;  $L_P$  – расстояние между основными лесными полосами, м, на территории, где эрозия отсутствует или не превышает допустимых величин.

Допустимая величина смыва

$$W_d - W_i = W_d - \varphi(h)(\varphi_i P^2)^{1.5} L_i [K], \quad (5.11)$$

$$\text{где } \varphi(h) = \frac{\varphi(h_1)f_1 + \varphi(h_2)f_2 + \dots + \varphi(h_n)f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} \text{ – фактор, определяющий}$$

влияние слоя стока  $h$ , мм, на вынос почвы в севообороте;  $\varphi(h_{1, \dots, n}) = \alpha_{1, \dots, n} \cdot h_{1, \dots, n}^S$  – средневзвешенная функция фактора стока на различных агрофонах с порядковым номером  $1, \dots, n$ ; ( $\alpha_{1, \dots, n}$  – коэффициенты размерности и пропорциональности для разных агрофонов;  $h_{1, \dots, n}$  – слой стока на различных агрофонах;  $S = 0,95$  – параметр);  $f_{1, \dots, n}$  – площади агрофонов в севообороте;  $L_i$  – расстояние от водораздела или от нижней границы пояса восстановления почвенного плодородия в каждом  $i$ -том межполосном пространстве, м;  $P = \Delta H / (1 + c\varphi)$  – функция падения склона, м, ( $\varphi = e^{-bL_i}$ ,  $c = e^a$ ,  $\Delta H = H_{\max} - H_{\min}$ ;  $a$  и  $b$  – параметры,  $H_{\max}$  и  $H_{\min}$  – соответственно максимальная и минимальная отметки поверхности склона; параметры функции находятся регрессионным

анализом;  $\varphi_i = \frac{bc}{\Delta H} \varphi$ ; [K] – произведение коэффициентов, учитывающих влияние на смыв почвенных условий (тип почвы, гранулометрический состав, степень смытости и др.).

Расчет расстояний  $L_{c_i}$  выполняется по уравнению

$$L_{c_i} = L_p (1 - 3 \operatorname{tg} \bar{\alpha}_i), \quad (5.12)$$

где  $L_p$  – дальность ветрорегулирующего влияния основных лесополос на равнине, м;  $\bar{\alpha}_i$  – средняя крутизна склона между верхней и нижней лесополосой  $i$ -того межполосного пространства (при  $\bar{\alpha} \geq 2^\circ$ ).

Ориентировочные межполосные расстояния для СЛП даны в табл. 5.8. Оптимальная ширина лесных полос как с водозадерживающими, так и с водонаправляющими гидротехническими сооружениями дифференцирована по природным зонам и крутизне склонов (табл. 5.9). Рекомендуемое расстояние между рядами в степи 3 м, в лесостепи 2,5 м, а нижнее междурядье, в котором устраивается канава, 3 м. Во всех случаях общая ширина лесных полос, включая верхнюю закрайку и гидротехническое сооружение (канавы + основание вала), не должна превышать 12 м.

Конструкция лесных полос в лесостепной зоне должна быть продуваемой, в степной – ажурной или комбинированной. На расчлененных ложбинами склонах проектируют изменяющуюся по длине конст-

Таблица 5.8

**Ширина межполосных расстояний  $L_{МП}$  для стокорегулирующих лесных полос на выпуклой части склона длиной 1000 м ( $\Delta H = P_m = 100$  м;  $a = 5$ ;  $b = 0,005$ ;  $\bar{\alpha}^0 = 2,86$ ; агрофон: 50% зябь, 50% озимые)**

Номер лесополосы от водораздела	Межполосное расстояние, м, по типам почв					
	серые лесные почвы	черноземы			темно-каштановые	светло-каштановые
		выщелоченные	обыкновенные	южные		
1	<u>270</u>	<u>340</u>	<u>440</u>	<u>510</u>	<u>520</u>	<u>480</u>
	390	390	330	280	250	190
2	<u>190</u>	<u>210</u>	<u>280</u>	<u>320</u>	<u>320</u>	<u>300</u>
	270	270	240	200	190	140
3	<u>140</u>	<u>170</u>	<u>210</u>	<u>250</u>	<u>240</u>	<u>220</u>
	230	230	200	170	160	120
4	<u>130</u>	<u>140</u>	<u>170</u>	<u>190</u>	<u>190</u>	<u>170</u>
	200	200	180	160	140	110

*Примечание.* В числителе  $L_{МП}$  в расчете на допустимую величину смыва, в знаменателе для СЛП с учетом уменьшения дальности ветроломного влияния только за счет наклона склона.

Таблица 5.9

**Оптимальная ширина лесных полос в сочетании  
с гидротехническими сооружениями**

Крутизна склона, град	Тип сооружения	Рабочая высота земляного вала, м	Ширина лесной полосы, м <sup>1)</sup> , по зонам	
			степь	леса-степь
1,0-2,0 <sup>2)</sup>	Водозадерживающий или водонаправляющий земляной вал	0,3-0,4	9	8
2,1-3,0	Канавы с валом	0,4-0,5	9	8
3,1-4,0	То же	0,5-0,7	9	6
4,1-5,0	Канавы с валом увеличенного размера при подсыпке грунта бульдозером	0,7-0,9	6	6
5,1-6,0	То же	0,9-1,1	6	6

*Примечание. 1) Уменьшение ширины лесных полос с увеличением крутизны склонов проводят в связи с одновременным сокращением межполосных расстояний. 2) Для районов интенсивного проявления водной эрозии.*

рукцию лесных полос, т. е. в пределах ложбин они должны быть ажурными, а на возвышенностях между ними – продуваемыми.

Ассортимент пород в лесных полосах определяется почвенно-климатическими условиями. Как правило, их создают из одной главной породы и одной-двух сопутствующих. По ложбинам вводят кустарник (до 50% от числа посадочных мест).

Технологию создания лесных полос на склонах определяют в зависимости от почвенно-растительных условий, способов хозяйственного использования территории, особенностей ЭП, технико-экономического анализа вариантов проектных решений в соответствии с инструктивными указаниями.

Под лесные полосы, где планируется создание канавы с валом, подготовка почвы осуществляется после предварительного снятия гумусированного слоя почвы с места будущего вала по нижней опушке лесополосы. После насыпки вала сухой его откос выполаживают грейдером до тракторопроходимой крутизны, возвращают на него снятую гумусированную почву и засевают травой. По трассе каждой СЛП в первую очередь создают водозадерживающий или водонаправляющий вал или канаву с валом. Валы формируют за 4-6 проходов плантажного плуга ППУ-50А с отвалом грунта вверх и вниз по склону с образованием свального гребня. Борозды, образованные с обеих сторон гребня, заравнивают скрепером или бульдозером. Кана-

вы с валами на трассе лесных полос сооружают при помощи машин непрерывного действия – роторных или траншейных экскаваторов-канавокопателей. Размещают эти сооружения по нижней опушке лесополос или канаву – в нижнем междурядье, а вал на нижней опушке. Канаву в нижнем междурядье создают через 2-3 года после посадки. Заполнение канав соломой или иным органическим фильтрующим материалом осуществляют при помощи погрузчиков, тракторных прицепов или кормораздатчиков.

#### 5.5.3.2. Прибалочные и приовражные лесные полосы и насаждения на землях гидрографической сети

Выращивание всех категорий лесных насаждений в пределах балочной системы проводят одновременно при общей организации территории. Это позволяет исключить мелкоконтурность участков, применить при лесовыращивании серийно выпускаемые машины и орудия, улучшить организацию работ и использование машинно-тракторного парка, повысить уровень агротехники, добиться полного освоения площади агролесомелиоративного фонда.

Технология выращивания насаждений на площадях лесомелиоративного фонда включает подготовительные работы, обработку почвы, посев и посадку леса, уход за лесными культурами, мелиоративные работы. Выбор способов и агротехнических приемов определяется целевым назначением насаждений, периодом лесопользования, рельефом участка, почвенно-грунтовыми, техническими и экономическими условиями хозяйств.

Подготовительные работы включают общую организацию территории участка (прокладка дорожной сети, выделение функциональных участков, рекреационное обустройство и пр.), строительство противоэрозионных гидротехнических сооружений, планировку поверхности для обеспечения тракторопроходимости, засыпку и выколаживание оврагов, устройство переездов через невыколаживаемые овраги, уборку крупных камней, единичных мешающих деревьев и кустарников.

Обработку почвы проводят с целью улучшения водно-физических свойств, накопления влаги, уничтожения сорной растительности и др. Выбор способа и системы обработки почвы зависит от природной зоны, условий местопроизрастания и рельефа, водно-физических свойств почв и видового состава травянистой растительности.

Паровая обработка почвы предпочтительнее под древесные по-

роды со стержневой корневой системой в степных условиях на участках с корнеотпрысковыми и корневищными видами в травяном покрове, на пологих склонах (до 8-12°), на почвах с плотным иллювиальным горизонтом. При отсутствии опасности значительного усиления ЭП во всех зонах лучше сплошная обработка почвы.

Обработка почвы на площадях с крутизной до 12° при длине гона поперек склона свыше 100 м особых трудностей не вызывает. В зависимости от зоны она может быть сплошной, полосной, бороздной (в лесостепи). Система подготовки включает черный и ранний пар, зяблевую вспашку (в лесостепи). Глубина обработки 30-60 см. Состав агроприемов: вспашка с оборотом пласта на глубину гумусированного слоя, 1-2-кратное дискование тяжелыми боронами (при необходимости), уход за паром, осенняя перепашка без оборота пласта на глубину до 60 см.

Сплошную обработку проводят при крутизне склона до 8°. При длине линии тока на обрабатываемом участке до 50 м допустима сплошная вспашка склона крутизной до 12°. При полосной обработке ширину обрабатываемых полос выбирают кратной ширине междурядий (5-12 м), ширина межполосных разрывов 1-2 м. С увеличением крутизны склона ширину полос уменьшают.

На склоне крутизной 12-20° проводят напашное террасирование обычными или плантажными плугами, иногда с применением грейдера. Ширина террас 3,5-6,0 м, берм 1-2 м. Технология террасирования общепринятая. При устройстве террас шириной 2,2 м достаточно четырех проходов агрегата. Во избежание оползневых явлений в условиях лесостепи террасы, как правило, устраивают с уклоном полотна вниз по склону, а в степных условиях для удержания и накопления влаги – вверх по склону.

На берегах балок крутизной свыше 20° проводят выемочно-насыпное террасирование. Ширина полотна террас 2,2-4,0 м, берм 1,0-1,5 м. Террасы нарезают террасерами, универсальными бульдозерами (лучше с гидравлическим приводом ножа) и др. Допустимый уклон полотна по длине до 1°.

Обработку почвы на мелкоконтурных участках берегов балок (при расстоянии менее 100 м между крупными, не подлежащими выполаживанию оврагами) проводят площадками различных размеров (бульдозерами, корчевателями, площадкоделателями) и шурфами (тракторными ямобурами или ручными моторизированными инструментами). Размеры площадок, устраиваемых бульдозером, 2-3x1-2 м, корчевателем 1,7x1,6 м. Водоудерживающая емкость площадок,

устроенных бульдозером, до 0,45 м<sup>3</sup>, корчевателем до 0,20 м<sup>3</sup>.

Для создания лесных насаждений используют местные породы и хорошо акклиматизированные экзоты. Выбор главной породы зависит от целевого назначения насаждений, условий местопроизрастания, применяемой агротехники, срока лесовыращивания. Предпочтение следует отдавать хозяйственно-ценным быстрорастущим биологически устойчивым породам, формирующим высокопродуктивные насаждения. На участках, опасных в эрозионном отношении, предпочтение отдают быстрорастущим корнеотпрысковым породам. Смешение главных медленно растущих пород с сопутствующими и кустарниковыми осуществляют чистыми рядами. Быстрорастущие главные породы и кустарники можно смешивать и в ряду. При частичной обработке почвы на площадке выращивают одну древесную породу.

Ширину междурядий при механизированной посадке принимают равной 2,5-3,0 м. Расстояние между посадочными местами в ряду быстрорастущих пород 1-3, медленно растущих 1,0-1,5 м. Размещение посадочных мест на отсыпанных откосах оврагов 3,0x1,5 м. На площадках в зависимости от размера высаживают по 3-5 сеянцев или 1-2 саженца.

Посадку сеянцев на тракторопроходимых участках проводят лесопосадочными машинами СЛЧ-1А, ССН-1, ЛПА-1, МУЛ-1. Предпочтительнее двухрядные посадочные машины на гусеничных тракторах класса 3 т. Посев семян и посадку сеянцев на овражных откосах в площадки проводят вручную.

Уходы за лесными культурами проводят до смыкания крон, механизированные – в междурядьях и механизированные, химические или ручные – в рядах. Гербициды применяют согласно действующим в зоне рекомендациям, снижая их дозировки на малогумусированных смытых почвах и на парах для уничтожения многолетних сорняков.

Обработка почвы на донных участках и откосах оврагов осуществляется непосредственно перед посадкой (посевом). На действующих оврагах проводят посев семян деревьев и кустарников по нижним частям незаросших откосов.

Насаждения-илофильтры закладывают после завершения строительства донных гидротехнических сооружений одновременно с закладкой лесомелиоративных насаждений на берегах балок.

Приовражные и прибалочные площади, берега балок, откосы оврагов и донные участки в лесостепной и степной зонах характеризуются очень большой пестротой лесорастительных условий. Ассортимент пород используют применительно к отдельным категориям

площадей по АЛМР.

Прибалочные полосы не создают, если на берегах балок имеется байрачный лес; берега отводятся под сплошное или полосное облесение; прибалочные склоны имеют небольшую (1-2°) крутизну, не подвергаются интенсивной эрозии (почвы несмытые или слабосмытые) и включены в почвозащитный севооборот. Приовражные полосы не создают в тех случаях, когда запроектировано выполаживание оврага; закрепление оврага дамбами-перемычками; сплошное облесение оврагов в сочетании с водозадерживающими или водоотводящими валами и облесением водоподводящей ложбины.

Прибалочные и приовражные полосы создают на участках, прилегающих к бровке ГС. Встречающиеся на присетевых склонах в среднем не чаще чем через 150-200 м промоины и мелкие овраги глубиной до 1,5-3,0 м подлежат засыпке. При сильной изрезанности присетевых склонов оврагами глубиной более 3 м прибалочные полосы создают выше зоны размывов. Приовражные полосы создают вдоль крупных оврагов, как правило, на расстоянии от бровки, равном высоте отвесных откосов. При создании приовражных полос вдоль действующих оврагов с крутизной откосов более 45°, прорезающих лессовые грунты, желательно лесополосу максимально приблизить к бровке с тем, чтобы ускорить облесение самого оврага, соблюдая при этом технику безопасности. В местах, где полоса пересекает ложбину, для усиления водорегулирующей роли насаждений насыпают водозадерживающий валик по нижней опушке. В местах расположения действующих береговых оврагов в зависимости от размеров водосборной площади ниже полосы создают распылители стока или водоотводящие валики для перехвата и отвода воды на задерненные участки склона.

Лесные насаждения в ГС создают только по рабочим проектам, составленным проектными организациями, где предусмотрен весь комплекс работ по их закладке и выращиванию до передачи на баланс сельскохозяйственного предприятия.

### 5.5.3.3. Коренная мелиорация земель

В последние годы коренной мелиорации разрушенных оврагами земель уделялось много внимания. На практике получили распространение выполаживание и отсыпка откосов оврагов. Выполаживаемые овраги можно подразделить на склоновые, глубоко врезающиеся



в пахотные присетевые склоны крутизной до  $8^\circ$ , и береговые на склонах крутизной до  $20^\circ$ , ограничивающие возможность полосной обработки почвы, напашного и нарезного террасирования.

*Выполаживание оврагов.* При неполаживании предусматриваются общая организация территории мелиорируемого участка, регулирование стока комплексом агро-, лесо- и гидротехнических мероприятий, восстановление тракторопроходимости участков поперек склона, ускоренное восстановление плодородия техногенных почвогрунтов, использование участка в почвозащитном севообороте.

Общим принципом организации территории и противоэрозионных мероприятий является расчленение её на узкие, изолированные друг от друга, вытянутые вдоль горизонталей полосы, участки, по границам которых размещены водорегулирующие валы.

Длина линии тока (расстояние между биоинженерными рубежами) устанавливается с таким расчетом, чтобы не допускать размывающих скоростей водных потоков. Уклон вдоль валов выбирается по таким же зависимостям, но следует учитывать и заиливающие скорости водных потоков. Расчет расстояний ведется по формуле А. Н. Костякова.

Основой для проектирования системы мероприятий по коренной мелиорации размытых земель являются материалы топографической съемки масштаба 1:5000 с сечением рельефа через 0,5 м.

При мелиорации участка вначале насыпают водозадерживающие валы, затем неполаживают овраги, а в весенний период закладывают стокорегулирующие лесные полосы и другие виды лесных насаждений. Водозадерживающие валы насыпают по общепринятой технологии, засыпку оврагов проводят по технологии А. Г. Рожкова (1968).

*Отсыпка откосов крупных оврагов.* Выделяют три типа откосов для отсыпки: устойчивые крутизной до  $50-60^\circ$ , неустойчивые (обрывистые) крутизной свыше  $60^\circ$  и овраги с ограниченной по ширине приовражной полосой. Отсыпку почвогрунта на устойчивых откосах начинают с обрушения бровки оврага. Недостающий почвогрунт бульдозер доставляет с приовражной полосы. При отсыпке на обрывистых откосах почвогрунт с приовражной полосы передвигают к бровке оврага, а затем осторожно перемещают на откос, после чего обрушивают бровку. В том случае, если ширина приовражной полосы не позволяет применять бульдозер, отсыпку откосов проводят путем нарезки по бровке оврага террасы, насыпной откос которой покрывает откос оврага. При большой длине откоса оврага устраивают дополнительно 1-2 террасы. Во всех случаях отсыпка считается законченной,

когда весь откос без пропусков пятен покрыт слоем почвогрунта не менее 30 см. Сток на отсыпанный откос с приовражной полосы недопустим. Его отводят или задерживают на приовражной площади.

Исследования ВНИАЛМИ последних лет в Нижнем Поволжье показали преимущество несколько видоизмененной технологии отсыпки. Оказалось, что сохранять гумусированный слой почвогрунта на отсыпаемом откосе нецелесообразно – это приводит к большей засоренности культур. Заделка гумусированного слоя на глубину 30-50 см предохраняет культуры в первый год от сорняков, что удешевляет работы. В Нижнем Поволжье результативность посева семян на откосах нестабильна.

*Выполаживание оврагов с помощью направленного взрыва.* В ряде регионов страны овраги достигли таких размеров, что неполаживание их откосов с помощью бульдозера малопродуктивно. Для неполаживания откосов до крутизны  $10^\circ$  при глубине оврага 15 м требуется переместить свыше  $100 \text{ м}^3$  почвогрунта на 1 пог. м. Объем земляных работ по неполаживанию оврагов в районах Молдавии, Приднестровья, Каневских дислокаций, Западной Сибири часто достигает 10-20 тыс  $\text{м}^3/\text{га}$  и более. Вместе с тем в отдельных случаях необходимо неполаживать и крупные овраги. Имеются также овраги, расчленяющие твердые каменистые породы, неполаживать которые бульдозером невозможно. Весьма перспективно для этих целей использовать энергию взрыва. Удельный расход аммонита 6ЖВ для легкого крупнопылеватого суглинка 0,9-1,0; супеси, суглинисто-супесчаного грунта 1,1; тяжелого суглинка 1,25  $\text{кг}/\text{м}^3$  перемещенного грунта. Поверхность неполаженного участка позволяет без дополнительных планировочных работ бульдозером проводить механизированные лесокультурные работы. Наиболее эффективные взрывные работы на оврагах глубиной более 10 м и крутизной откосов  $70-90^\circ$ . С увеличением этих показателей стоимость  $1 \text{ м}^3$  перемещенного взрывом почвогрунта снижается, а бульдозерами возрастает.

#### 5.5.4. Агротехнические противоэрозионные мероприятия и почвозащитные технологии возделывания сельхозкультур

Арсенал агротехнических противоэрозионных приемов очень большой. По характеру воздействия и назначению их можно разделить на четыре основные группы. В первую входят приемы, направленные на радикальное улучшение водно-физических свойств почв, прежде всего

на повышение их водопроницаемости: углубление пахотного слоя (глубокая вспашка и безотвальное рыхление), окультуривание, искусственное оструктуривание почвы, щелевание, кротование и др. Ко второй группе относятся приемы, направленные на поверхностное водозадержание: поперечная и контурная вспашка зяби, создание искусственного микрорельефа (лункование, прерывистое бороздование, обвалование, микролиманы и др.). В третью входят приемы, обеспечивающие высокую противоэрозионную устойчивость почвы: поверхностные и плоскорезная обработки, мульчирование поверхности почвы и др. К четвертой относятся приемы регулирования снегоотложения и снеготаяния: снегозадержание (снегопахом, кулисами, лесополосами и др.), полосное зачернение, уплотнение, распашка снега.

Для проектирования комплекса противоэрозионных мероприятий, особенно на расчетной основе, важно знать количественное выражение влияния каждого из этих приемов (табл. 5.10).

Таблица 5.10

**Эффективность противоэрозионных агротехнических приемов**

Прием	Кол-во годоопы- тов	Уменьшение (–) или увеличение (+) в сравнении с контролем		
		стока, мм	смыва, т/га	урожая, ц/га
Глубокая зяблевая вспашка	22	–6	–0,9	+1,2
Щелевание зяби	6	–3	–0,3	–0,1
Вспашка поперек склона или по контуру	14	–2	–0,4	+0,8
Обвалование зяби	39	–5	–0,2	+1,1
Ступенчатая вспашка	14	–1	–1,1	+1,2
Комбинированная вспашка	25	+2	0	+0,1
Прерывистое бороздование	48	–2	+0,2	+0,9
Лункование зяби	62	+1	+0,1	+0,7
Микролиманы	17	–2	+0,1	+1,8
Плоскорезная обработка	75	+2	–1,0	–0,4
Мульчирование зяби соломой	4	–6	–0,8	+5,3
Полосное зачернение снега	5	–5	+1,4	+1,0
Полосное укрытие снега соломой	4	–4	+0,3	+1,3

Как показал анализ литературных материалов и результатов исследований ВНИАЛМИ, все эти приемы слабо воздействуют на процесс поглощения почвой влаги зимних осадков, сокращение стока, смыва и на увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и в принципе не могут быть высокоэффективными, так как почти не влияют на природные факторы ЭГП: увлажнение и промерзание поч-

вы и снеготаяния. Это подтверждает важное теоретическое положение о том, что почва, как саморегулирующаяся система, способна поглотить ограниченное количество воды, определяемое ее увлажнением. Небольшой эффект от применения агротехнических мероприятий бывает не за счет повышения водопроницаемости, а частично за счет поверхностных емкостей и некапиллярных пор и полостей, но они, как правило, очень малы.

Что касается *искусственного микрорельефа*, то относительно большие емкости его создаются с одновременным снижением впитывающей способности почвы (порозности) в результате ее уплотнения гусеницами трактора, колесами прицепов и рабочими органами сельскохозяйственных машин (диск лункообразователя и др.); уменьшения мощности рыхлого слоя в днище емкости; образования наилка и закупорки пор в связи с формированием микростока и смыва с бортов емкостей с осени и последующей закупоркой пор зимой – образованием льда в емкостях микрорельефа (в опытах ВНИАЛМИ толщина его достигала 12 см). Следует также иметь в виду, что размыв валика в одном месте влечет за собой размыв других и сброс значительной части воды. Таким образом, получается, что реальная рабочая емкость искусственного микрорельефа не компенсирует потери вследствие уменьшения водопоглощения, сток не сокращается, т. е. создание емкостей микрорельефа на пашне не обеспечивает стокорегулирующего и противоэрозионного эффекта.

Мульчирование поверхности почвы, оструктуривание и обогащение ее органическим веществом могут повысить ее впитывающую способность и влагоемкость. Однако в настоящее время и в ближайшей перспективе эти приемы не могут быть широко применены из-за их трудоемкости, дороговизны работ и недостатка материалов.

Приемы регулирования снеготаяния перед стоком также малоэффективны. Положительную роль снегозадержание играет при учете зональных условий формирования стока в связи с влиянием на него природных факторов. Снег на склоне следует накапливать так, чтобы мощность его увеличивалась сверху вниз по склону. Это обуславливает его постепенное стаивание при движении книзу и резкое сокращение смыва.

Таким образом, стокорегулирующая, противоэрозионная и агрономическая роль агротехнических приемов низкая. Совершенствовать их можно, повышая воздействие на природные факторы ЭП: снеготаяния, увлажнение и промерзание почвы. На основе анализа исследований ВНИАЛМИ и литературных данных предлагаются приведенные в табл. 5.11 агротехнические противоэрозионные приемы и технологии.

Агроприемы рекомендуются для применения самостоятельно и в составе почвозащитных технологий при разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства с комплексом противоэрозионных мероприятий.

Таблица 5.11

**Почвозащитные технологии возделывания сельскохозяйственных культур**

Земельный фонд, крутизна склона, севообороты	Смытость почв	Элементы технологии
<i>Пар ранний</i>		
Приводораздельный, 0-3°, полевые	Несмытые и слабосмытые	Плоскорезная обработка поперек склона (или по контуру) на глубину 25-27 см, нарезка водоотводящих борозд через 80-100 м. Уход за паром по мере прорастания сорняков
<i>Озимые</i>		
Приводораздельный и присетевой, 0-7°, полевые и почвозащитные	Несмытые, слабо- и сильносмытые	Вспашка почвы после непаровых предшественников на глубину 20-22 см или поверхностная обработка на глубину 10-12 см, посев поперек склона, регулирование снегоотложения
<i>Яровая пшеница, зернобобовые</i>		
Приводораздельный, 0-3°, полевые	Несмытые и слабосмытые	Плоскорезная обработка поперек склона (или по контуру) на глубину 10-14 см, нарезка водоотводящих борозд через 80-100 м, регулирование снегоотложения (снегозадержание), весеннее боронование в 2 следа, культивация и посев поперек склона
Приводораздельный, 0-3°, полевые	Несмытые и слабосмытые	Безотвальное рыхление на глубину 23-25 см, нарезка водоотводящих борозд через 80-100 м, регулирование снегоотложения, весеннее боронование, культивация и посев поперек склона
<i>Яровые зерновые и однолетние травы</i>		
Присетевой, более 3°, почвозащитные	Средне- и сильносмытые	Безотвальная (плоскорезная) зяблевая обработка поперек склона на глубину 25-27 см или отвальная вспашка поперек склона на глубину 20-22 см с почвоуглублением до 30 см, нарезка водоотводящих борозд через 50-70 м, регулирование снегоотложения, боронование в 2 следа, культивация и посев поперек склона
<i>Многолетние травы</i>		
Присетевой, > 3°, почвозащитные	Средне- и сильносмытые	Регулирование снегоотложения

### 5.5.5. Лугомелиоративные мероприятия

Естественная травянистая растительность обладает высокими почвозащитными свойствами. Однако в агроландшафтах сенокосы и пастбища из-за высокой хозяйственной нагрузки сильно деградированы и часто подвергаются эрозии, особенно на крутых присетевых и балочных склонах. Для повышения их почвозащитной эффективности и продуктивности назначаются приемы поверхностного и коренного улучшения с подсевом семян многолетних трав или полной заменой естественного травостоя сеяным, внесением удобрений, рационализацией приемов использования (сенокосо- и пастбищеобороты и т. п.).

### 5.5.6. Гидротехнические мероприятия и сооружения на пашне

К простейшим гидротехническим противозэрозийным сооружениям на пашне относятся водопоглощающие канавы с валами, водоотводящие валы, валы-террасы, водоотводящие борозды и др. Они применяются во взаимосвязи с другими противозэрозийными мероприятиями, прежде всего с лесомелиоративными.

*Водопоглощающие канавы с валами* впервые применены для регулирования стока и борьбы с оврагами на Новосильской опытно-овражной станции под руководством А. С. Козменко в период 1928-1932 гг. и потом в 60-е годы во Всероссийском НИИ виноградарства и виноделия. Они обеспечивают регулирование стока талых вод 10%-ной вероятности превышения.

*Водоотводящие (водонаправляющие) валы-ложбины* играют высокую стокорегулирующую и противозэрозийную роль в системе контурно-мелиоративного земледелия, разработка которой проводилась с 1969 г. в Алтайском НИИ земледелия и селекции под руководством акад. А. Н. Каштанова. По данным В. Г. Ткаченко (1982), наиболее эффективными сооружениями в системе контурно-мелиоративного земледелия оказались водоотводящие валы-ложбины, совмещенные с дорожной, полезащитной и оросительной сетью. Они, отводя воду на безопасные участки, предотвращают смыв почвы, позволяют нарезать одинаковой ширины рабочие загоны и избегать крутых поворотов при их нарезке, аккумулировать не поглотившиеся на пашне талые воды в склоновых лиманах и водохранилищах.

*Валы-террасы* на пашне играют очень большую стокорегулирующую, противозэрозийную и агрономическую роль. По данным

В. К. Подгорного (1988), который обобщил мировой и отечественный опыт по применению валов-террас и провел многолетние исследования по оценке их эффективности на серых лесных почвах и черноземах Курской обл., они положительно влияют на снегоотложение, промерзание и влажность почвы, смыв почвы и урожайность сельскохозяйственных культур. Сток талых вод уменьшается от 1-8 до 45-60 мм.

*Наклонные водоотводящие борозды* применяются для защиты почвы от смыва на низележащих участках. Их устраивают по нижней границе или внутри полей через 50-100 м плугом с одним корпусом при крутизне по линии пахоты не более 1,0-1,5°. Высокая противозерозионная эффективность водоотводящих борозд выявлена в опытах И. Д. Брауде (1965), В. Н. Дьякова (1964), Г. П. Сурмача (1976), А. Т. Барабанова (1983).

Гидротехнические приемы на пашне, направленные на поверхностное водозадержание и увеличение водопоглощения (валы-террасы, водопоглощающие канавы с валами), обеспечивают уменьшение стока на 30-50 мм и смыва почвы в 8-12 раз. Однако осуществление этих приемов сопряжено с относительно большими денежными затратами, они рассчитаны на строго контурную организацию территории, что создает сложности в организации работ и эксплуатации. Все это сдерживает их внедрение в практику.

Водоотводящие устройства (наклонные водоотводящие борозды и валы) обеспечивают снижение смыва в 2-8 раз или полное его предотвращение. Они дешевы, просты в создании и эксплуатации, поэтому их целесообразно сейчас применять в производстве.

#### 5.5.7. Новые почвозащитные способы и приемы

Оценка роли природных факторов в формировании стока и влияния на них лесополос позволяет управлять ими. В связи с тем, что СЛП наиболее мощно воздействуют на природные факторы ЭГП через снегораспределительные функции, их в первую очередь необходимо и регулировать с использованием знания закономерностей снегоотложения. С учетом этого разработаны новые способы защиты почв от эрозии.

*Способ защиты почв от эрозии* (А. Т. Барабанов, Е. А. Гаршинёв, пат. 1799234) разработан для условий, где возможно относительно равномерное распределение снега. На склоне создается система лесных полос в сочетании с кулисами из высокостебельных сельскохозяйствен-

ных растений. Для этого поперек склона или по контуру (вдоль горизонталей) размещаются лесополосы с изменяющейся (уменьшающейся сверху вниз по склону) ветропроницаемостью: продуваемая приводораздельная, продуваемая стокорегулирующая, ажурно-продуваемая стокорегулирующая, ажурная стокорегулирующая и плотная прибалочная. В межшлейфовых участках межполосных пространств (кроме продуваемых лесополос) высеваются кулисы из высокостебельных сельскохозяйственных растений. При применении этого способа весь выпавший снег откладывается на полях относительно равномерно с увеличением мощности сверху вниз, что обуславливает постепенное стаивание его в этом же направлении. Талая вода, стекающая по освобожденной от снега поверхности, попадая на снег, еще лежащий в нижней части, почти не производит на ней смыва.

*Система лесополос и агроприемов* (А. Т. Барабанов, Е. А. Гаршинёв, а. с. 1404000) применяется в районах, где у СЛП на склонах образуются снежные шлейфы. Заключается этот способ в создании на водосборе системы лесных полос и крупнополосном размещении сельскохозяйственных культур в прилегающих к ним зонах во взаимосвязи. Вблизи лесных полос, в зонах отложения снежных шлейфов, высевают яровые культуры, под которые требуется вспашка зяби, или размещают чистые пары, а в межшлейфовых частях межполосного пространства – многолетние травы, стерневые и другие мульчирующие агрофоны. При этом в процессе таяния снега в первую очередь освобождается от него средняя часть межполосного пространства. При поступлении талой воды из снежного шлейфа, примыкающего к нижней опушке вышележащей лесополосы, на почвозащитную полосу смыва не происходит или он резко уменьшается. Пройдя через эту полосу, вода поступает на участок с отвальной зябью в зону снежного шлейфа, образованного нижележащей лесополосой. Здесь под снегом она также не производит смыва. Все это обеспечивает снижение смыва в 2-3 раза, а в ряде случаев может предотвратить его полностью.

*Способ регулирования снегоотложения для защиты почв от эрозии на склонах* (А. Т. Барабанов, Е. А. Гаршинёв, М. М. Кочкарь, пат. № 2248116) включает создание на водосборе (склоне) системы стокорегулирующих лесополос из одного ряда низкорослого кустарника и двух-трех рядов деревьев. При этом лесополосы формируют комбинированной конструкции: в нижней части до 0,3-0,5 м – плотной, в средней от 0,3-0,5 до 2,0 м – продуваемой и в верхней выше 2 м – ажурной или плотной. Этот способ позволяет регулировать снегоотложение,



предохранить почву от промерзания, повысить снегозапасы в поле, увеличить водопроницаемость почв, уменьшить сток и эрозию.

*Способ борьбы с эрозией почв на склонах* (И. Г. Зыков, Ю. В. Бондаренко, а. с. 895297) обеспечивает повышение влагообеспеченности сельскохозяйственных культур за счет направленного использования поверхностного стока. Указанный эффект достигается задержанием на рубежах незарегулированного на полях поверхностного стока и отводом его на нижележащее поле. Сток задерживают гидротехническими сооружениями (например, валами-канавами), а отводят на поля кротовинами, нарезаемыми на глубине ниже плужной подошвы под углом к падению склона и обеспечивающими неразмывающую и незаиливающую скорости течения воды. Испытания в Луганской обл. показали, что данный способ позволяет повысить влагообеспеченность сельскохозяйственных культур на 10-15 мм. Срок службы дрен 5-7 лет, окупаемость затрат 1-2 года.

#### 5.5.8. Система почвозащитных мероприятий

Рассмотренные особенности проявления ЭГП в агроландшафте, анализ стокорегулирующего и противоэрозионного эффекта отдельных приемов и их групп позволяют предложить систему (комплекс) почвозащитных мероприятий в целом для водосбора (рис. 5.16). Об эффективности отдельных приемов и их сочетаний можно судить по данным табл. 5.12. Эти данные также характеризуют ГР девственных ландшафтов и его изменение в агроландшафте с применением специальных стокорегулирующих приемов и без них.

Данные табл. 5.12 позволяют судить об относительно низком стокорегулирующем эффекте всех современных агротехнических приемов (сток сокращается на 5-7, максимум на 10-15 мм), высоком эффекте массивных лесных насаждений и гидротехнических средств (20-50 мм) и особенно высоком стокорегулирующих лесополос в сочетании со средствами гидротехники (до 40-50-100 мм и более в многоводные годы), что приводит к принципиально важному заключению: современное почвозащитное земледелие может быть только рубежным. Это означает, что на большей части склоновых земель агроландшафта эффективное сокращение стока распределенными по площади водосбора агротехническими приемами недостижимо. Оно возможно только путем сосредоточенного поглощения вод склонового стока на специально устроенных рубежах – гидротехнических (валы, канавы), лесо-



Таблица 5.12

Осредненные величины максимального водопоглощения  $W_m$ , слоя стока  $S$  и его изменения  $\Delta S$  (- уменьшения, + увеличения) в ландшафте, мм

Угодья, агрофоны, приемы, местонахождение	Почвенные зоны	$W_m$	$S$	$\Delta S$
1	2	3	4	5
<i>1. Девственный и антропогенно нарушенный ландшафт</i>				
<i>1.1. Девственный</i>				
Лес естественный	2	800-8000	0-10	-40...-50
Целина некосимая	2	1300	0-10	-40...-50
<i>1.2. Нарушенный</i>				
Целина косимая	2	50-170	40-45	-5...-10
Целина выпасаемая: склоны лощины	2	170	60	+10
	2	50-130	240	+190
Современные сенокосы и пастбища	2	50-130	60-100	+10...+50
Пашня: уплотненная  отвальная зябь	1	60-90 (до 380)	85-70	+15...+20
	2	60-110 (до 240)	70-35	+20...+25
	3	70-110 (до 460)	35-20	+15...+25
	1	105-260 (до 320)	70-50	0
	2	60-110 (до 240)	50-10	0
	3	230-370 (до 660)	10-5	0
<i>2. Антропогенно улучшаемый ландшафт</i>				
<i>2.1. Агротехнические приемы</i>				
<i>2.1.1. Неконтурные</i>				
Приемы поверхностного регулирования стока (без обработки почвы, снегозадержание, микрорельеф на зяби и т. п.)	1-3	30-90	40-90	+40...-10
Приемы повышения водопоглощения (глубокая вспашка, окультуривание и т. п.)	1-3	90-270	35-40	-10...-15
<i>2.1.2. Контурные</i>				
Полосные посевы и полосное рыхление, щелевание	1-3	75-80	43-35	-5...-7
<i>2.2. Лесомелиоративные (без подтока с поля)</i>				
Леса: молодые, лет: 1-5 6-10 ср. возраста и взрослые (>10)	1-3	180	80	+30
	1-3	3300	10-40	-40
	1-3	440-7000	0-10	-40...-50
ЛП ср. возраста и взрослые	1-3	2200-6000	0-5	-45...-50
Шлейфы у ЛП (подток)	1-3	500-1000	30-60	-20...+10
<i>2.3. Гидротехнические</i>				
Водозадерживающие валы	2	300-500	20-30	-20...-30
Валы-террасы (ВТ) через 20-30 м	2	300-700	10-20	-30...-40
Водопоглощающие канавы	2	2600-4800	5-15	-35...-45

1	2	3	4	5
<i>2.4. Комплексные контурные*</i>				
ЛП шириной 10 м через 400-500 м	1	900	35	-15
	2	1300	15	-20
	3	400	10	-5
То же + валы в ЛП	1	2200	20	-30
	2	3300	10	-25
	3	900	2	-10
То же + канавы в ЛП	1	3800	15	-35 (50)
	2	4400	5	-30 (45)
	3	2300	2	-10 (25)
То же + ВТ через 80 м на поле между ЛП	2	300-700 (ВТ) 4000 (ЛП)	0-10	-40...-50 - (100)

*Примечание. \*<sup>1</sup> Слой сокращения стока приводится по 1-3 зонам: 1 – нечерноземная, 2 – черноземная, 3 – каштановая; в остальных случаях – относительно стока с зяби в лесостепи (50 мм). В скобках: графы 3 и 5 – сокращение стока в годы с вероятностью превышения 10%. Для снежных шлейфов, гидросооружений и комплексных приемов  $W_m$  – локально в пределах рубежа; в остальных случаях – для склона в целом.*

мелиоративных (стокорегулирующие лесополосы) – и особенно при их сочетании.

В связи с изложенным очевидна важность способа трассирования на местности рубежей. В общем случае рубежи должны размещаться горизонтально – по контуру горизонталей. Однако требования параллельности границ рабочих участков приводят к необходимости контурно-параллельного размещения рубежей, как наиболее приемлемого по организационным соображениям. Отклонение рубежей от строго горизонтального размещения, конечно, несколько снижает их стокорегулирующий эффект. Однако специально выполненные эксперименты показывают, что системы контурно-прямолинейных рубежей (лесополос в сочетании с валами и канавами) способны уменьшить слой талого стока до 40-50-100 мм и смыв – в несколько раз (до допустимых пределов). Разработка и применение систем противэрозионных мероприятий (ПЭМ) позволяют дать прогноз эволюции ГР территории агроландшафтов. Данные табл. 5.12 и рис. 5.17. иллюстрируют исходное состояние ГР в девственном ландшафте, когда инфильтрационная способность почвы была максимальной в лесу и на травянистой целине. Антропогенное освоение территории снизило инфильтрацию влаги в почву до минимума, особенно при мелкой обработке почвы (сохой) и на

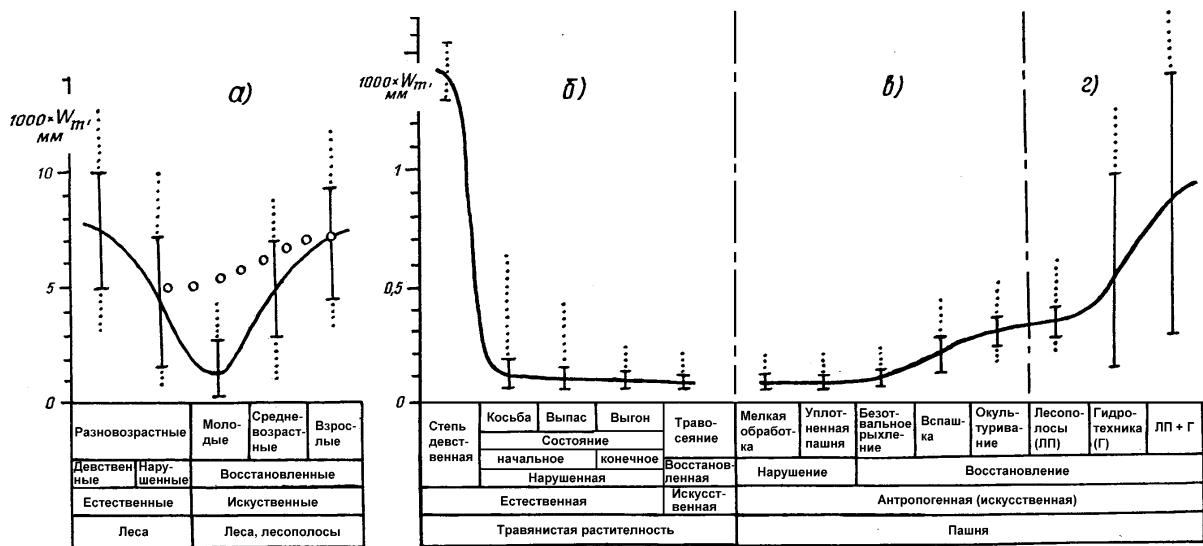


Рис. 5.17. Принципиальная схема антропогенной эволюции максимального поглощения талых вод  $W_m$ : в лесах (а), на лугах (б), пашне (в) и на склонах с системой стокорегулирующих и противоэрозионных мероприятий (г) при нарушении и восстановлении ГР ландшафта:

... |—| ... — диапазон  $W_m$ ; о о о — при восстановлении лесных насаждений (на рубежах при подтоке)

пастбищах. По мере внедрения плужной отвальной обработки и глубокого рыхления начинается улучшение ГР с максимальным возрастанием инфильтрационной способности почвы при лесоразведении и применении системы ПЭМ. Восстановление ГР в современных агроландшафтах, т. е. возвращение к исходному состоянию, на всей территории водосбора недостижимо. Оно возможно только в специально создаваемых "анклавах" на отдельных участках при сплошном лесоразведении и восстановлении естественного травянистого покрова, а также на рубежах — лесных полосах в сочетании с гидротехническими средствами.

### 5.5.9. Защитные лесонасаждения на горных склонах

Одним из важнейших факторов, влияющих на сельскохозяйственную деятельность в горах, является эрозия почв, катастрофичная по масштабам и ущербу.

Высокие горы (более 2000 м над уровнем моря) подвергаются интенсивному физическому выветриванию, большие суточные колебания температур вызывают раскалывание скальных пород. Их обломки скатываются вниз, разбиваясь на части и разрушая встречающиеся на пути выступы горных пород.

Горные реки обладают огромной кинетической энергией, разрушают ложе потока, формируют ущелья, узкие долины с крутыми откосами. Продукты выветривания под влиянием горных потоков, образующихся от таяния ледников и выпадающих жидких осадков, аккумулируются в предгорьях, в горных долинах и на относительно пологих склонах и служат основой для образования почв, как правило, незначительной мощности и довольно неустойчивых. Обычно на горных склонах почвенный покров удерживается только под влиянием растительности и быстро разрушается при её уничтожении.

Одна из особенностей горных условий – хорошо выраженное влияние экспозиции склона на климатические факторы и связанные с ними процессы эрозии. В западной горно-степной части Крыма годовое количество осадков составляет 1000-1200 мм, в восточной – только 600-700 мм. На западных склонах Уральских гор осадков выпадает на 150 мм больше, чем на восточных, на наветренных склонах Алтайских гор 900-1200, на заветренных – до 400-500 мм/год. Южные склоны гор более подвержены влиянию колебаний температуры почвы, быстрее прогреваются весной, сильнее иссушаются летом. Растительный покров здесь более ксерофитный.

Особенностью горных почв является то, что они формируются на рыхлых продуктах выветривания скальных пород, составляющих их щебенистую скелетную основу. Мощность их слоя значительно меняется в зависимости от крутизны склонов и их мезорельефа: чем круче склон, тем меньше на нем удерживается рыхляка, который под влиянием силы тяжести сползает вниз по склону, скапливаясь в понижениях и на участках с нейтральным уклоном.

Большое количество осадков, хрящеватость почвенного профиля и связанная с этим повышенная инфильтрация приводят к тому, что при ливневых дождях вода интенсивно проникает внутрь почвы, создавая здесь внутрипочвенный сток значительной интенсивности. Этот сток воды увлекает за собой мелкозем, а также продукты выветривания материнской породы.

Уничтожение древесной растительности при сплошных рубках резко увеличивает эрозию почвы. По данным Н. М. Горшенина и В. С. Пешко (1972), за 4-5-летний период в условиях Карпат после рубки леса потери мелкозема почвы составили в условиях суборей и сугрудков около 400 т/га, или 50% первоначального его количества. В грядках эти потери достигают 600 т/га, или 40% от исходного запаса мелкозема. Эрозия почвы проявляется наиболее сильно на горных скло-

нах в первые годы после уничтожения лесной растительности. Впоследствии под влиянием развивающегося травяного покрова она уменьшается.

Горным регионам присущи и другие формы разрушений – селевые потоки, оползни, обвалы, снежные лавины.

Основным условием предотвращения водной эрозии почвы в горах является всемерное сохранение древесной и травянистой растительности и её постоянной почвозащитной функции. Это возможно при рациональной организации главных рубок, отказе от сплошных рубок на крупных лесосеках, применении механизированных рубок на базе воздушно-трелевочных установок, широком внедрении в производство котловинных рубок.

Большую опасность усиления процессов эрозии представляет обработка почвы на горных склонах. Здесь даже взрыхленные площадки могут стать очагом эрозии. Поэтому сохранение подроста, появившегося в результате естественного возобновления, должно рассматриваться как один из важных противоэрозионных приемов. При необходимости создания сплошных или частичных культур следует стремиться к проведению посадки без предварительной обработки почвы, что дает хорошие результаты на свежих незадернелых лесных почвах. Эффективным противоэрозионным мероприятием является посев на вырубках люпина многолетнего.

На участках склонов, отведенных под облесение, целесообразнее частичная обработка почвы полосами, лентами или площадками, террасами. Разработаны принципы создания террас в соответствии с условиями конкретного горного района. Известны феодосийский, аманкутанский, акташский, закавказский типы террас. По феодосийскому типу поперек склона выкапывают канавы глубиной 0,5-0,7 м и шириной 0,7-1,1 м. Гумусовый горизонт укладывают на дно канавы, куда затем сажают деревья. Остальную почву укладывают между канавами в виде вала. Однако размещение канав не строго по горизонтали вызывает концентрацию стока вдоль валов и канав, частичное вымывание сеянцев в местах повышенной скорости тока и заплывание на пологих и горизонтальных участках. Закавказский тип предусматривает устройство горизонтальных террас трапецеидального сечения шириной вверху 123, внизу 23 см и глубиной 70 см. Террасы длиной 5-6 м располагают параллельно в шахматном порядке по склону через 6 м. Посадку деревьев и кустарников этим способом проводят на полосах между террасами, которые обрабатывают сплошь или лентами, а на крутых

склонах рыхлят площадками. По аманкутанскому способу делаются террасы треугольной формы глубиной до 40 см и шириной по верху 1,4 м. Размещают их на расстоянии 12-14 м, на пологих склонах более часто. Посадку культур проводят в банкет вала. Недостаток этого способа в том, что не учитывается влияние крутизны склона на характер поверхностного стока, а это приводит к прорыву валов в период ливней. Кроме того, посадка деревьев и кустарников в банкет вала в бездождевые периоды ухудшает рост растений и состояние культур. Акташский способ террасирования предусматривает устройство горизонтальных канав трапециoidalного сечения с оставлением перемычек через каждые 20 м.

Меры борьбы с селевыми потоками в горных условиях сводятся к закреплению твердых продуктов выветривания в местах их образования и уменьшению поверхностного стока. Наиболее мощные и эффективные факторы предотвращения селя – древесная растительность, а также запруды и подпорные стенки, рассредоточиваемые ниже осыпи по склону. Важным мероприятием, предупреждающим перемещение по склону продуктов выветривания, является также рациональная организация хозяйственного использования земель – соблюдение агротехники и систем земледелия, нормирование выпаса скота. На необлесенных склонах до проведения лесомелиоративных работ во избежание возникновения процессов смыва почвы и формирования внутрипочвенного твердого стока необходимо предупредить сосредоточение поверхностного стока воды. До проведения облесения смыв почвы можно в определенной мере предупредить залужением пологих и покатых склонов.

Для рассредоточения поверхностного стока и отвода его от селеопасных скоплений россыпей продуктов выветривания используют также водозадерживающие и водоотводящие валы, каналы, террасы.

Предупреждение ЭП в горах может быть более эффективным, если комплексом противоэрозионных хозяйственных и специальных мероприятий будут охвачены все зоны водосбора как единая система.

Горно-луговая зона, представляющая пересеченную местность, используется в сельском хозяйстве в качестве высокогорных пастбищ с регулируемой пастьбой скота. Значительное количество осадков, небольшая мощность почвенного покрова, достаточно хорошо выраженный мезорельеф способствуют тому, что при нерегулируемой пастьбе скота, несоблюдении норм допустимой нагрузки и очередности использования выпасов происходит интенсивное разрушение дернины, полное уничтожение травянистого покрова. Эти явления неизбежно



вызывают формирование ЭП. Кроме того, чрезмерная перегрузка высокогорных пастбищ может привести к опусканию верхней границы горно-лесной зоны, т. е. снижению противозерозионных функций леса, так необходимых в верхних частях склонов.

Предупреждению ЭП в этой зоне способствуют плановая организация выпасов, коренное улучшение сенокосов, пастбищ, временное или постоянное исключение из пастбищных угодий наиболее эрозионно-опасных склонов.

В этой зоне древесная и кустарниковая растительность является решающим фактором образования и сохранения почвенного покрова. Стволы и корневые системы препятствуют скатыванию вниз продуктов выветривания и эффективно преобразуют поверхностный сток во внутрипочвенный. Лесная растительность предупреждает скопление в ущельях селевых образований, рассредоточивая более равномерно по склонам твердые продукты выветривания. Там, где горные склоны покрыты лесом, исключено возникновение снежных лавин. Противозерозионная роль леса в горно-лесной зоне бесспорна.

Использование земельных угодий горно-лесной зоны в сельскохозяйственном производстве должно быть продуманным и обоснованным. Эрозионно-опасные участки должны отводиться под залужение и использоваться в качестве улучшенных сенокосов. Возделывание сельскохозяйственных культур обязательно должно проводиться на основе противозерозионной агротехники. Вспашка, культивация, проход машин при уборке урожая должны осуществляться поперек склонов. Необходимо применение противозерозионных севооборотов, включающих значительную долю многолетних трав. Один из элементов рационального использования относительно пологих склонов – выращивание на них виноградников и садов с расположением рядов параллельно горизонталям. Предупреждение и прекращение ЭП достигается на склонах крутизной до  $40^\circ$  при помощи террасирования.

Земледельческая зона горных массивов нашей страны имеет большое народнохозяйственное значение. Здесь получают высокие урожаи всех сельскохозяйственных культур, выращивают виноград, фрукты, а на Кавказе такие ценные культуры, как цитрусовые и чай.

Следует отметить, что интенсивность эрозии в земледельческой зоне непосредственно связана с эффективностью противозерозионных мероприятий, осуществляемых в расположенных выше горно-лесной и горно-луговой зонах. Известно много случаев, когда в результате недостаточно эффективных противозерозионных мероприятий, осу-

ществляемых в этих зонах, ценнейшие земельные массивы, виноградники, сады уничтожались оползнями, селевыми потоками, снежными лавинами, поэтому противоэрозионные мероприятия земледельческой зоны горных районов должны функционировать как часть общей системы противоэрозионных мероприятий всего региона.

Улучшенные пастбища и сенокосы должны систематически получать минеральные удобрения. На участках с более интенсивным сельскохозяйственным производством, на систематически или периодически распахиваемых землях обязательным является внесение значительных доз органических удобрений в виде навоза, торфонавозных или торфоземляных компостов. Для земельных участков, характеризующихся повышенной кислотностью, эффективно проведение известкования и гипсования.

Соблюдение противоэрозионных мер при сельскохозяйственном использовании горных территорий позволяет не только сохранить почвенный покров, но и получить высокие и стабильные результаты хозяйственной деятельности.

#### 5.5.10. Система автоматизированного проектирования противоэрозионных мероприятий в агроландшафте

Теоретические исследования ВНИАЛМИ и построенные на их основе математические модели, сформированные банки экспериментальных данных по численной оценке основных характеристик ЭПП и эффективности противоэрозионных мероприятий, разработанные противоэрозионные системы приемов и технологий служат основой для расчета и проектирования систем ПЭМ. Эта работа связана с большими временными и трудовыми затратами и в то же время позволяет широко использовать современную вычислительную технику.

Последние годы характеризуются особенно интенсивным использованием ЭВМ во всех областях народного хозяйства, а производство рабочих станций и персональных ЭВМ (ПЭВМ) открыло широчайшие возможности для создания множества программных пакетов – систем автоматизированного проектирования (САПР) с использованием средств машинной графики. Автоматизация проектирования системы ПЭМ существенно повышает производительность труда проектировщиков, качество проектирования, снижает сроки разработки.

Во ВНИАЛМИ в последние годы ведется разработка САПР, которая обеспечивает автоматизацию всего цикла проектных работ (по-

яснительная записка, сметно-финансовая документация, инженерные расчеты, графики); выдачу компьютерных карт рельефа, уклонов, текущего смыва, противоэрозионных рубежей при снижении эрозии до любого заданного уровня.

Основные требования к САПР и средствам их реализации:

1. Простота доступа пользователя к системе, т. е. возможность реализации проектной процедуры на основе специальных языковых (программных) средств, ориентированных на пользователя и освобождающих его от выполнения таких трудоемких задач, как, например, создание математического описания и программирование модели. Чем выше "интеллект" системы, тем более прост и лаконичен язык общения пользователя с ней. С помощью директивы, оформленной на языке пользователя, может быть вызвана процедура для выполнения определенного этапа проектной работы. Простота взаимодействия пользователя с системой достигается на основе программного обеспечения.

2. Прямой доступ пользователя к системе, т. е. возможность непосредственного обращения к ее программно-информационным средствам, оперативного ввода и отображения результатов проектирования.

3. Адаптация САПР к условиям проектирования, что связано с созданием программно-информационных средств, обеспечивающих возможность выполнения работ при различных изменяющихся условиях проектирования (использование, например, разных технических средств: дигитайзера, плоттера, сканера; смена состава и форм документации, технологических требований и т. д.) и возможность включения в систему новых программных средств.

Средства адаптации обеспечивают долговечность и живучесть системы при реализации двух основных принципов: модульного построения структуры программного обеспечения; отдельного представления информационных материалов и программ, а также создания самостоятельно функционирующей базы данных, связанной программным интерфейсом с программными модулями.

Модульный принцип предполагает возможность включения и выключения отдельных проектных процедур без нарушения функции САПР, что позволяет при необходимости заменить одни проектные программные модули другими. Обязательным условием реализации модульного принципа является создание баз данных, поскольку в этом случае исключение отдельной программы не нарушает целостность информационного взаимодействия программных средств. Все это позволяет рассматривать САПР как комплекс программ, который

должен обеспечивать управление процессом проектирования в диалоговом режиме; создание и ведение нормативно-технической базы; выполнение комплекса проектных работ, машинной графики, инженерных и сметных расчетов, выпуск и хранение документации.

Каждый комплекс, имея свои особенности и характеристики, выполняя конкретные, вполне определенные функции, должен быть интегрирован в единую систему с однозначным вводом данных, единой структурой команд, интерфейсами баз данных и пользователя, а потому требуется системный подход, тщательная предварительная проработка программ. Для выполнения работ машинной графики используются широко применяемые для ПЭВМ системы Surfer, AutoCad, Map-Maker, Grapher и др.

К настоящему времени во ВНИАЛМИ создан действующий образец САПР. Его можно представить как комплекс автоматизированных рабочих мест, который в общем виде обеспечивает выполнение следующих функций: ввод картографической информации (горизонталей топокарты, координат ситуации – границ хозяйства, полей, почвенных контуров, поселков, дорог и т. д.); проложение линий тока;

выполнение необходимых инженерных расчетов (значений величин уклона, смыва и т. д.); построение карт уклонов, смыва; размещение рубежей (лесополос).

Технологический процесс (последовательность этапов проектирования рубежей лесополос), используемые при этом технические и программные средства приведены на рис. 5.18.

Разработка и оценка различных вариантов технологии САПР показала, что наиболее перспективны получение компьютерных образов топокарт с использованием сканера и прокладка на них линий тока, определение формы склона, расчет по уравнению (5.5) и его модификациям параметров функции формы склона, величин уклонов (крутизны склонов) и текущего смыва (5.8); построение соответствующих изолинейных карт; расчет противоэрозионных рубежей (валов-террас,



Рис.5.18. Принципиальная схема технологии САПР противоэрозионных мероприятий

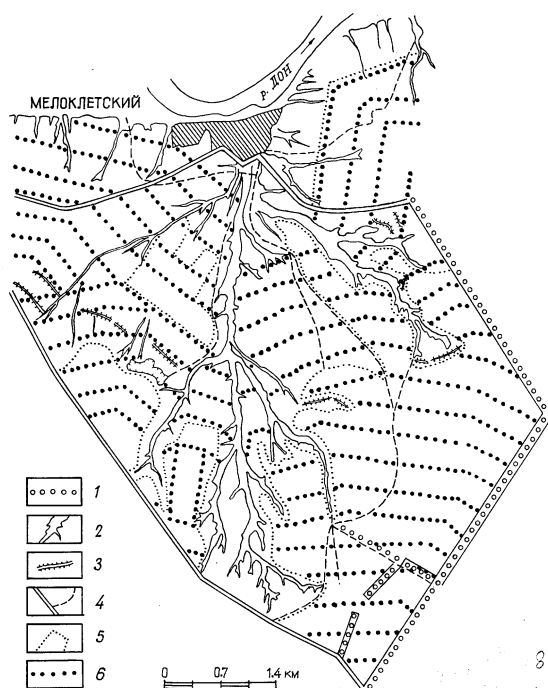


Рис. 5.19. Проект контурно-прямолинейных противоэрозионных лесных полос на водосборе "Мелоклетский":

1 – существующие лесополосы; 2 – лощины, балки, овраги; 3 – водозадерживающие валы; 4 – дороги; 5 – границы пашни; 6 – проектируемые лесополосы

рование эрозионно-аккумулятивного рельефа (склонов и гидрографической лощинно-балочной и речной сети) и разработать математические модели функции формы склонов, текущего смыва почв и др. Математические модели, а также обобщенные экспериментальные данные о гидрологическом и эрозионном процессах на водосборах дают возможность проектировать системы противоэрозионных мероприятий в автоматизированном режиме.

лесополос) на допустимый (1,5-2,0 т/га) уровень смыва; проектирование системы контурно-прямолинейных рубежей (рис. 5.19). Кроме того, можно создавать различные расчетно-технологические карты, в том числе для выращивания лесополос, составляются выборки материальных и денежных затрат, различные поясняющие схемы и рисунки, типовая пояснительная записка. Это значительно облегчает и ускоряет (в 3-5 раз) выполнение проектных работ и выдачу технической документации при высоком их качестве.

Весь комплекс вопросов, изложенных в настоящей главе, позволяет получить теоретическое представление как о древней (естественной), так и современной (антропогенной, главным образом сельскохозяйственной) эрозии почв, объяснить форми-

## 6. ДЕФЛЯЦИЯ ПОЧВЫ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

### 6.1. Общие сведения о дефляции и ее природе

Дефляция – это разрушение и снос почв ветром. До второй половины XIX в. дефляция была обычным явлением в пустыне и полупустыне. Однако с уничтожением растительности, лесов и распашкой земель, нерациональной технологией возделывания сельскохозяйственных земель разрушительное действие ветра стало проявляться на почвах других природных зон. Первое катастрофическое разрушение почв в степных условиях было зафиксировано в 1885-1886 гг. на Северном Кавказе на территории Ставропольского края. Активному разрушению пыльными бурями подверглись почвы черноземного и каштанового типов в Северной Америке в 30-е годы XX в. В 50-х годах пыльные бури и дефляция почв при распашке целины резко проявились в Северном Казахстане. Катастрофичными были 1969 и 1972 гг. для территории Северного Кавказа, южных районов Украины. В этот же период и позже резко проявились дефляционные процессы в Западной Сибири.

Учитывая важность проблемы, изучению процесса стали уделять достаточно много внимания: ей посвящены работы Г. Н. Высоцкого (1894), Т. Ф. Якубова (1955), А. Г. Гаеля, Л. Ф. Смирновой (1960), Е. И. Шиятого (1968), А. И. Бараева (1971), А. Н. Каштанова (1974), К. С. Кальянова (1974), М. И. Долгилевича (1978, 1981), Ю. И. Васильева (1981, 1997), А. Н. Сажина (1975), Cheril, Woodruff (1963) и др. Рассматривались причины, факторы дефляции, ее физическая сущность.

Дефляция – сложное явление, имеющее многокомпонентную причинную основу. Главная же в том, что скорость ветра порой достигает значений, при которых его разрушительная сила превышает силу противодефляционной устойчивости почвы, существенно зависящей от ее распыленности.

Вместе с тем разрушение почвы есть следствие влияния как природных, так антропогенных факторов. Поэтому изучение каждого из них не только необходимо, но и обязательно.

Территории, опасные в ветроэрозионном отношении, разнообразны по природным, орографическим, климатическим, почвенным и

другим условиям. Они освоены в разной степени и имеют различную распаханность. Все это усложняет определение ветроэрозионной опасности и обуславливает необходимость дифференцированного подхода при принятии оценочных и проектных решений.

Широкое распространение дефляции во всех странах мира связано с увеличением производства сельскохозяйственной продукции. Расширение обрабатываемых площадей привело к катастрофическому развитию дефляции в течение 1931-1938 гг. Интенсивное внедрение почвозащитных мероприятий, сокращение пахотных земель существенно уменьшили вредоносность пыльных бурь в последующие годы. Однако недостаточное внимание к охране почв при многокомпонентном влиянии на процессы дефляции и новом качественном и количественном изменении сельскохозяйственного производства обусловило вновь катастрофическое проявление дефляции в 1952-1957 гг., в 1969 и 1972-1974 гг. Особенно большой ущерб дефляция нанесла вновь освоенным землям, изъятым из пастбищного оборота. На этих землях, ранее уже дефлированных, потери почвы от дефляции составили 13 млн т (Е. И. Рябов, 1996). В южных штатах США среднегодовые потери площади от дефляции достигали 33,6 тыс га.

Природа дефляции имеет не только физико-географические, но и социально-экологические корни (Kimberlin L. et. al., 1977) (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Основные факторы развития дефляции почв

## **6.2. Вред, наносимый дефляцией народному хозяйству и биосфере в целом**

Наиболее очевидный и ощутимый ущерб сельскому хозяйству от дефляции выражается в гибели и повреждении посевов. Ветры огромной силы в период пыльных бурь зимой и весной существенно повреждают посевы озимых, а в летний период от них страдают и пропашные культуры. При пыльных бурях вместе с мелкоземом теряются питательные вещества и удобрения, внесенные поверхностно при весенней подкормке озимых, а при многократном и сильном выдувании – также внесенные в рядки при их посеве.

При дефляции почв уменьшается толщина гумусового горизонта, а иногда и всего почвенного профиля. На разных участках поля дефляция протекает по-разному, поэтому происходит дифференциация качества почвенного покрова, образуются участки сильно-, средне- и слабодефлированных почв.

В процессе дефляции почв при переносе и отложении мелкозема происходит сортировка агрегатов. Частицы размером менее 0,1 мм переносятся на большие расстояния, поскольку они взвешиваются в воздушном потоке. Агрегаты крупнее 0,5 мм остаются на поверхности, а агрегаты размером 0,1-0,5 мм переносятся либо скольжением, либо сальтацией к ближайшим микропонижениям и препятствиям, где они оседают, создавая неоднородность агрофона. Соударяясь, агрегаты разрушаются до микроагрегатов и элементарных почвенных частиц, изменяя тем самым агрегатный состав почвы и усиливая дефляцию. У дефлированных почв снижается водопрочность агрегатов. Агрегатный состав эоловых отложений, образующихся в результате дефляции почв, оказывается резко различным и изменяется в зависимости от типа и разновидности дефлированных почв, вида преград, удаленности от них дефлируемого участка. При наличии лесных полос отсортированный эоловый материал отлагается в виде вала у их опушек и в самих полосах.

Существенные изменения происходят и в водно-физических свойствах почв. Водоудерживающая способность их резко снижается. Уменьшаются и значения максимальной гигроскопичности (МГ), полной и наименьшей влагоемкости (ПВ и НВ) почв, влажности завядания (ВЗ) растений, диапазон активной влаги. Резко ухудшается воздушный и водный режимы. Запасы продуктивной влаги убывают. Из-за повышенной плотности дефлированной почвы влага в них быстрее уходит на физическое испарение. Почвы обедняются гумусом, карбо-



натами, физической глиной. Все это неблагоприятно сказывается на растениях, особенно зимой. Сдувая снег и выдувая почву, ветер способствует ухудшению условий жизнеобитания озимых культур, их вымерзанию, оголению узла кущения.

Почвенные частицы, перемещаясь по поверхности почвы и выпадая из воздушного потока в местах его торможения, засыпают дороги, строения, лесные насаждения, каналы, откладываются в водоемах, загрязняя их. Затрудняется работа, усложняются подвоз продуктов для населения и обслуживание животных на фермах.

### **6.3. Допустимый предел дефляции**

Под предельно допустимой величиной дефляции понимаются потери почв в течение одного года, которые могут быть восстановлены в результате культурного почвообразовательного процесса. Согласно Д. Д. Смитту и Д. М. Уитту (1948), ежегодные потери почвы не должны превышать 5,6 т/га, Г. Конке и А. Бертрану (1962), Дж. В. Тьюреллу (1967) 2,25-11,25 т/га, М. И. Долгилевичу и М. Е. Бельгибаеву (1976) 3-4 т/га. Само собой разумеется, что приведенные предельно допустимые величины выдувания почв нельзя рассматривать как абсолютные значения, они определяют лишь порядок допустимого (безвредного) сноса почв в течение одного года.

### **6.4. Классификации почв по степени их эродированности ветром, эродированности и степени погребенности золовым материалом**

Существует достаточно много классификаций почв по степени их эродированности.

А. Г. Гаель и Л. Ф. Смирнова (1960) считают, что при оценке развееваемости легких грунтов необходимо учитывать их опесчанивание, эродированность, погребенность. По признаку опесчанивания пахотного слоя выделяются следующие градации: 1) слабое – потеря физической глины менее 25%; 2) среднее – 25-50%; 3) сильное – более 50%. По эродированности выделено 6 градаций: 1) слабая – выдута менее 1/2 гумусового горизонта  $A_1$ ; 2) средняя – более 1/2 гумусового горизонта  $A_1$ ; 3) умеренная – выдут горизонт  $A_1$  и менее 1/2 горизонта  $B_1$ ; 4) значительная – выдут горизонт  $A_1$  и более 1/2 горизонта  $B_1$ ; 5) сильная – выдуты горизонты  $A_1$  и  $B_1$ , а также оголен горизонт  $B_2$ ; 6) очень сильная – выдуты горизонты  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $B_2$  и оголен горизонт  $C$ . По степени

погребенности почв выделены 4 градации: 1) слабая – 1/4 пахотного слоя; 2) неглубокая – 1/4-1/2; 3) умеренная – 1/2-1; 4) глубокая – 1-2.

А. Е. Дьяченко и Н. Т. Макарычев (1959) разработали следующую классификацию: 1) очень легко податливые дефляции почвы – супесчаные каштановые почвы и черноземы; 2) легко податливые – легкосуглинистые каштановые почвы и черноземы; 3) податливые – суглинистые и тяжелосуглинистые карбонатные каштановые почвы и черноземы; 4) неподатливые или почти неподатливые – тяжелосуглинистые и глинистые некарбонатные почвы; 5) неподатливые – солонцы и солончаки.

М. И. Долгилевичем (1972) разработана классификация почв по податливости дефляции с использованием целого комплекса диагностических признаков: содержание структурных агрегатов < 1 мм, физической глины, микроагрегатов размером < 0,01мм, механическая прочность агрегатов, отношение поглощенных двухвалентных оснований к илу, а для поверхностно-карбонатных почв – отношение гумуса к карбонатам кальция. Выделение почв по степени податливости ветру им осуществляется согласно классификационной таблице 6.1.

Таблица 6.1

#### Классификация почв, эродируемых ветром

Степень эродируемости	Диагностические признаки					
	Содержание, %			Механическая прочность, кг/агрег.	Гумус (CaCO <sub>3</sub> )	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup> (Ил)
	агрегатов < 1 мм	физической глины	микроагрегатов < 0,01 мм			
Очень слабая	< 8	-	> 59	-	-	-
Слабая	9-29	> 85	21-59	> 1,8	> 17	< 4
Средняя	30-49	30-85	6-20	0,5-01,8	0,5-17	0,4-0,95
Сильная	50-60	15-30	< 6	0,3-0,5	< 0,5	1,0-1,20
Очень сильная	> 60	< 15	-	< 0,3	-	-

К группе почв с очень слабой эродируемостью (0,2 т/га·ч) отнесены солонцы корковые и столбчатые, тяжелосуглинистые; со слабой эродируемостью (0,22-1,0 т/га·ч) – черноземы мощные глинистые и тяжелосуглинистые, черноземы южные легкоглинистые и тяжелосуглинистые, черноземы обыкновенные смытые глинистые и тяжелосуглинистые, темно-каштановые солонцеватые глинистые, темно-каштановые карбонатные глинистые почвы; со средней эродируемостью (1,2-4,0 т/га·ч) – черноземы обыкновенные глинистые и тяжелосуглинистые, черноземы песчанисто-среднесуглинистые, черноземы южные глинистые и суглинистые, черноземы южные карбонатные глинистые, темно-

каштановые почвы слабосолонцеватые среднесуглинистые и легкосуглинистые; с сильной эродированностью (4,2-8,4 т/га·ч) – черноземы обыкновенные среднесуглинистые и легкосуглинистые, черноземы обыкновенные карбонатные глинистые, черноземы карбонатные глинистые, черноземы южные супесчаные; с очень сильной эродированностью (более 8,4 т/га·ч) – темно-каштановые почвы, эоловые пески.

В классификацию по степени эродированности наряду с морфологическими признаками М. И. Долгилевичем (1972) введены потери гумуса в эродированной почве по данным массовых анализов почв, обобщенных Н. К. Крупским, В. П. Кузмичевым, Р. Г. Деревянко (табл. 6.2.)

Таблица 6.2

### Классификация почв по степени эродированности

Степень эродированности	Диагностические признаки	
	Снесено гумусового горизонта	Уменьшение содержания гумуса в пахотном слое, % от содержания в неэродированной почве
Слабая	Менее 1/2 перегнойно-аккумулятивного горизонта	до 15
Средняя	Свыше 1/2 перегнойно-аккумулятивного горизонта	15-40
Сильная	Снесен полностью перегнойно-аккумулятивный горизонт и часть переходного горизонта	свыше 40

Классификация почв по степени погребенности эоловым материалом по М. И. Долгилевичу (1972) представлена в табл. 6.3.

Таблица 6.3

### Классификация почв по степени погребенности эоловым материалом

Степень погребенности	Диагностические признаки	
	Мощность эоловых отложений	Характер эолового рельефа
Очень мелкая	Не более 3-5 см. Отложения запахируются. Общая мощность гумусового горизонта больше на 3-5 см	Не выражен
Мелкая	5-10 см. Отложения запахируются. Общая мощность гумусового горизонта больше на 5-10 см	Эоловая рябь
Средняя	10-30 см. Пахотный слой представлен эоловым наносом	Холмики, косы
Сильная	Свыше 30 см	Кочковатый микрорельеф

Исследования ВНИАЛМИ показали, что дефлируемость почв может прогнозироваться по содержанию в них физической глины, гумуса, микроагрегатов < 0,01мм, СаСО<sub>3</sub>, поглощенных Na, K, Ca, Mg (табл. 6.4.).

Таблица 6.4

## Классификация почв, эродлируемых ветром (схема ВНИИЛМИ)

		Диагностические показатели									
		Содержание									
Балл эродлируемости	Степень эродруемости почвенных агрегатов	Предел прочности почвенных агрегатов, МПа	эрозийных агрегатов, %	физической глины, %	ила, %	поглощенного Na, мг-экв/100 г почвы	микроагрегатов размером <0,01 мм	поглощенных Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	поглощенного К, мг-экв/100 г почвы	гумуса, %	СаСО <sub>3</sub> , %
1	Очень слабая	> 0,78	< 26	> 54	> 27,5	> 1,10	> 28	> 32	> 0,8	> 3,45	> 0,5
2	Слабая	> 0,33 < 0,78	27-41,5	> 42 < 54	> 22,0 < 27,0	> 0,42 < 1,10	> 21 < 28	> 25 < 32	> 0,65 < 0,8	> 2,7 < 3,5	> 0,5 < 0,6 > 2,7 < 3,5
3	Средняя	> 0,21 < 0,33	42-54	> 32 < 42	> 17,0 < 22,0	> 0,24 < 0,42	> 15 < 21	> 19 < 25	> 0,5 < 0,65	> 2,1 < 2,7	> 0,6 < 0,8 > 2,2 < 2,7
4	Сильная	> 0,15 < 0,21	54,5-70	> 20 < 32	> 11,0 < 17,0	> 0,13 < 0,24	> 8 < 15	> 11 < 19	> 0,3 < 0,5	> 1,3 < 2,1	> 0,8 < 1,0 > 1,8 < 2,2
5	Очень сильная	< 0,15	> 70	< 20	< 11,0	< 0,13	< 8	< 11	< 0,3	< 1,3	> 1,0 < 1,8

Кроме того, ее можно уточнять по величине влажности агрегации и фактору, учитывающему цикличность процессов замерзания – оттаивание, увлажнение – высыхание. Комплексным прогностическим показателем является связность почв. Она является и главной характеристикой, определяющей основные показатели структуры почвы, а именно: потенциальный эквивалентный диаметр эрозионных и всех агрегатов, глубистость, соотношение агрегатов размером  $> 1$  и  $< 1$  мм, содержание частиц размером  $< 1$  мм.

### **6.5. Критические скорости ветра и их зависимость от физико-химических свойств почв**

Критическая скорость ветра широко используется как показатель устойчивости почв к дефляции, хотя разные исследователи вкладывают в это понятие разный смысл. Одни из них (Р. А. Бегнольд, 1954; Б. В. Дзетовецкий, 1948) за критическую скорость ветра берут ту, при которой частица почвы свободно падает в воздухе. Другие (В. В. Звонков, 1963; В. Н. Гончаров, 1962; М. Н. Долгилевич, 1978; Ю. И. Васильев, 1973; А. Л. Андрейчук, 1974; Н. А. Духнов, 1976) критической считают скорость начала перемещения частиц. Третьи (Г. П. Глазунов, 1976) критическую скорость определяют как скорость начала массового переноса почвенных частиц. Существует целый ряд эмпирических зависимостей для определения критических скоростей ветра (А. Л. Андрейчук, Я. Л. Бронштейн, М. И. Рубинштейн, 1978; М. И. Долгилевич, 1978; А. В. Гвоздилов, 1966, и др.)

Неоднозначность определения критической скорости ветра вносит некоторый диссонанс в получаемые результаты и затрудняет сравнение данных различных исследователей. Достаточно вариabельны и опытные данные, полученные непосредственно в полевых условиях. В целом же можно привести следующие придержки. Для песчаных почв величины критических скоростей ветра на высоте флюгера (10 м) находятся в пределах 4-8 м/с, супесчаных 6-10, легкосуглинистых 7,5-13,0, среднесуглинистых 7,5-15,0, тяжелосуглинистых 7,5-16,0, глинистых 9,5-18,0 и даже до 20 м/с. Характерно, что с утяжелением гранулометрического состава почв происходит увеличение критических скоростей ветра и их вариabельности. Первое явление объясняется просто. С облегчением гранулометрического состава связность почвенных агрегатов уменьшается и почва становится более однородной и мелкокомковатой. Что же касается увеличения вари-

большой неоднородностью структуры почв, а также с повышением роли их генетических свойств в формировании фракций почвенной структуры различного размера и изменении их процентного соотношения под влиянием климата и хозяйственной деятельности.

На легких по гранулометрическому составу почвах с повышением карбонатности критическая скорость увеличивается, а на тяжелых уменьшается. На некарбонатных разностях пороговая скорость ветра заметно уменьшается в ряду от глинистых до среднесуглинистых и более резко в ряду от легкосуглинистых до супесчаных на черноземах южных. Как правило, происходит некоторое снижение (на 10-30%) критических скоростей ветра на эродированных и дефлированных в той или иной степени почвенных разностях, причем на смытых почвах оно более значительное.

Наличие солонцеватости, иногда даже морфологической, со значительным содержанием обменного натрия, что свойственно почвам каштанового типа, наоборот, приводит к увеличению порога их дефляционной устойчивости. Изменение коэффициента глыбистости почв с 0,002 до 2,7 повышает пороговую скорость ветра примерно в 2 раза. Заметного влияния мощности гумусового горизонта на величину порога дефляции не обнаружено.

Почвы, сформированные на лессовидных глинах и суглинках, сарматских песчаниках и элювии плотных пород, имеют более низкие критические скорости ветра, чем почвы на гипсоносных майкопских красnobурых глинах.

Вполне понятно, что степень влияния указанных факторов в разных регионах страны и на различных почвах неодинакова. Климатические факторы в наибольшей мере оказывают влияние там, где зимой неустойчивый снежный покров и частые оттепели. Это характерно, например, для Северного Кавказа, Нижнего Поволжья. В регионах же, где зима устойчивая с достаточным количеством снега, например Западная Сибирь, Северный Казахстан, этот фактор играет меньшую роль.

## **6.6. Эродируемость почв и факторы, ее определяющие**

Очень важным показателем устойчивости почв к дефляции является их эродируемость. В настоящее время имеется достаточно много работ, в которых в той или иной мере освещаются функциональные связи эродируемости почв с параметрами, характеризующими их свой-

ства (Р. А. Бегнольд, 1941; А. К. Дюнин, 1963; А. В. Гвоздииков, 1966; А. П. Иванов, 1972; Б. Н. Сенкевич, 1976; В. С. Черил, 1950, и др.). К ним относятся физико-химические свойства почв, климатические условия, антропогенная нагрузка и вид хозяйствования. Каждый из отмеченных факторов сам зависит от множества показателей. Физико-химические свойства почв определяют потенциальную структуру почвенного субстрата, его плотность в целом и плотность отдельных агрегатов. В свою очередь, физико-химические свойства почв зависят от содержания в них гумуса, физической глины, поглощенных  $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ , микроагрегатов менее 0,01 мм, поглощенных  $\text{Na}^{+}+\text{K}^{+}$ , карбонатов. В целом, чем больше в почве всех отмеченных компонентов, кроме карбонатов, тем почвы потенциально более устойчивы к выдуванию. Что же касается карбонатов ( $\text{CaCO}_3$ ), то они влияют на структуру почвы и ее эродируемость своеобразно. При содержании их в почве больше и меньше 1,0-2,0% (Ю. И. Васильев, 1997) почвы более устойчивы к выдуванию, причем при содержании  $\text{CaCO}_3$  меньше 1,0-2,0% с его уменьшением устойчивость почв к выдуванию возрастает, а при содержании  $\text{CaCO}_3$  больше 1,0-2,0% снижается.

Существенно влияет на структуру почвы и, как следствие, на ее эродируемость влажность агрегации, т. е. влажность, при которой проводятся обработки почвы или происходит разрушение почвенных агрегатов в процессе циклов замерзание – оттаивание, увлажнение – высыхание.

Каждому типу и разновидности почв свойственна своя оптимальная влажность агрегации и прочность почвенных агрегатов. Д. Г. Виленский (1946) приводит следующие ее значения: подзолистые почвы 15-19%, сероземы 19, солончаки 22, карбонатные лесные буроземы 27, солонцы 30, черноземы 35-37, красноземы 58%. Ссылаясь на опыты И. М. Горьковой, он отмечает, что "...влажность агрегации большинства почв лежит в пределах пластичности почвы, а оптимальная влажность близка к границе клейкости, но всегда ниже ее".

Имеются убедительные данные (А. Л. Андрейчук и М. И. Рубинштейн, 1978; Р. С. Закиров, М. М. Авдеев, 1975; А. А. Азизов, 1979; W. S. Chupil, 1956; F. Bisal, J. Hsieh, 1966), свидетельствующие о том, что не только влажность агрегации, но и влажность почвы в момент проявления дефляции существенно влияет на ее эродируемость ветром. Это подтверждают данные, полученные ВНИАЛМИ (Ю. И. Васильев, 1998). Установлено, что устойчивость влажной почвы тем выше, чем больше в ней физической глины. У черноземов эта взаимосвязь более выражена, чем у темно-каштановых почв. Такая же зако-

номерность наблюдается при переходе от темно-каштановых к каштановым и светло-каштановым почвам.

Существенную роль в процессе разрушения почвенной структуры и ее распыления, а следовательно, и повышения податливости почв дефляции играет прочность почвенных агрегатов, или их связность (Е. И. Шиятый и др., 1976; Е. И. Шиятый, А. В. Лавровский, М. И. Хмоленко, 1972; Е. И. Шиятый, 1981; Ю. И. Васильев, 1997). Однако эта характеристика является, как следует из вышеизложенного, не единственным фактором, поскольку в конечном счете податливость почв определяется их структурным составом в ветроэрозионный период. Опыт же показывает, что структура почвы в общем случае определяется как генетическими особенностями почвенного субстрата, так и климатическими условиями местности вкупе с хозяйственной деятельностью человека. Первые два фактора действуют на протяжении всего года, но в наибольшей мере их влияние проявляется в ранневесенний период до начала полевых работ. В это время структура почвы, в частности содержание эрозионно-опасных агрегатов в ней, практически не зависит от различий в приемах осенней обработки почвы, что связано с особенностями климата региона, цикличностью процессов замерзания – оттаивание, увлажнение – высыхание (Г. И. Васильев, П. С. Трегубов, А. С. Калиниченко, 1978). Антропогенный же фактор является превалирующим тогда, когда почва испытывает действие интенсивных динамических нагрузок, т. е. в период проведения на полях сельскохозяйственных работ.

Набор факторов, определяющих величину связности почвенных агрегатов, т. е. содержание гумуса, физической глины, поглощенных  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ , микроагрегатов размером менее 0,01 мм, карбонатов, влажность агрегации, и характер зависимости связности от определяющих ее факторов аналогичны тем, что были показаны при описании потенциальной структуры.

Касаясь влияния связности на разрушение почвенных агрегатов у почв разного гранулометрического состава, можно отметить следующее. С увеличением степени связности  $\sigma_p$  содержание в почве агрегатов размером  $< 1$  мм уменьшается, а соотношение содержания агрегатов размером более и менее 1 мм, эквивалентный диаметр всех почвенных агрегатов  $d_e$  и коэффициент глубистости  $K_r$ , наоборот, увеличиваются (рис. 6.2).

Однако эти показатели изменяются не прямо пропорционально величине связности и, более того, не одинаково у почв разного гранулометрического состава. Кривые функции  $(S > 1 \text{ мм} / S < 1 \text{ мм}) = f(\sigma_p)$



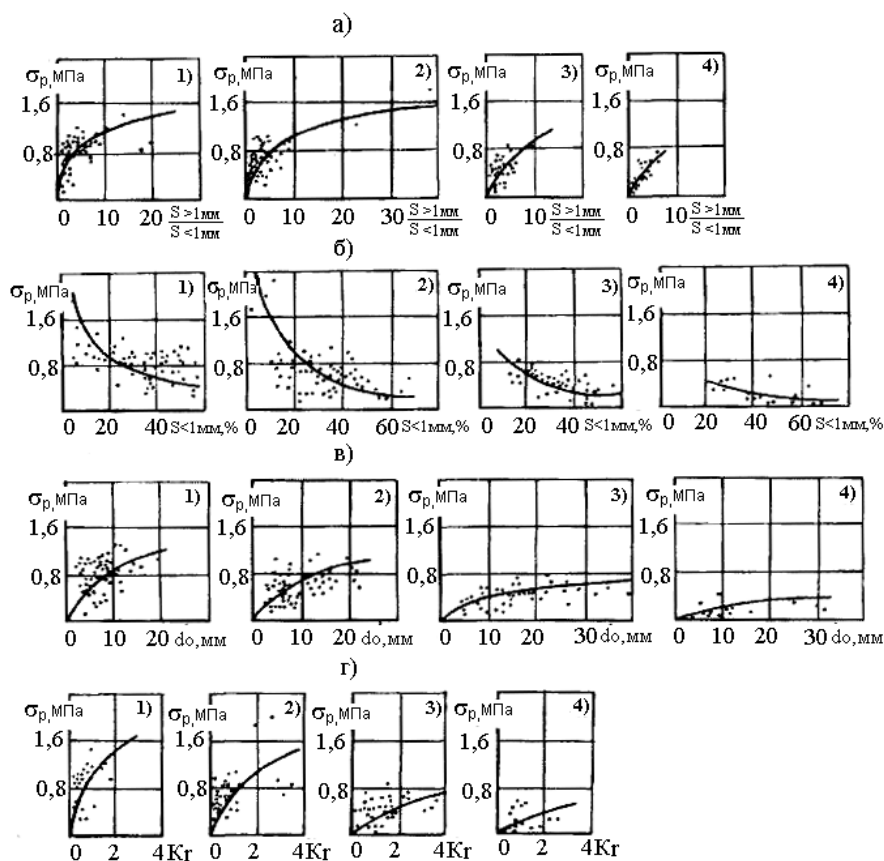


Рис. 6.2. Связь между пределом прочности почвенных агрегатов  $\sigma_p$  и отношением содержания частиц размером  $>$  и  $<$  1 мм (а), содержанием частиц размером  $<$  1 мм (б), эквивалентным диаметром всех агрегатов (в), коэффициентом глыбистости (г): 1 – глинистые, 2 – тяжелосуглинистые, 3 – среднесуглинистые, 4 – легкосуглинистые и супесчаные почвы

имеют резкий излом при значениях  $\sigma_p$ , равных 0,7-1,0 МПа. Большие из этих значений относятся к глинистым и тяжелосуглинистым почвам, а меньшие – к среднесуглинистым, легкосуглинистым и супесчаным почвам. При величинах  $\sigma_p < \sigma_{p*кр}$  с увеличением  $\sigma_p$  отношение  $S > 1 \text{ мм} / S < 1 \text{ мм}$  изменяется мало, а в случае  $\sigma_p > \sigma_{p*кр}$ , наоборот, быстро. Это означает, что в закритической области ( $\sigma_p > \sigma_{p*кр}$ ) прочностные характеристики почвенных агрегатов очень сильно сказываются на содержании в почве агрегатов размером  $<$  1 мм. Даже небольшое увеличение  $\sigma_p$  здесь приведет к резкому сокращению в почве фракции размером  $<$  1 мм.

Более плавный вид имеют кривые связи  $d_e = f(\sigma_p)$ ,  $K_r = f(\sigma_p)$ . Однако и здесь с увеличением  $\sigma_p$  градиент функции возрастает, причем тем сильнее, чем больше  $\sigma_p$ . Общим для  $S < 1 \text{ мм}$ ,  $d_e$  и  $K_r$  является то, что закон их изменения, как и  $S > 1 \text{ мм} / S < 1 \text{ мм}$ , определяется еще и гранулометрическим составом почв.

## 6.7. Почвенно-климатический потенциал дефляции и методы его расчета

Активность ветроэрозионных процессов определяется не только податливостью почв дефляции, но и интенсивностью, характером и

продолжительностью воздействия на них ветра (В. А. Волеваха, 1976; М. И. Долгилевич, 1969, 1977; В. Ф. Проценко, 1968). Во многом она зависит также от орографии местности, направления вредоносных ветров, защищенности почвы сельскохозяйственными растениями и пожнивными остатками, размеров открытых участков. Понятно, что надежный прогноз интенсивности ветровой эрозии может быть осуществлен лишь при комплексном учете указанных факторов. И совершенно не случайно то, что этой проблеме в последнее время уделяется достаточно большое внимание. К настоящему времени разработан целый ряд прогностических моделей.

За рубежом наибольшее распространение получила прогностическая схема Чепила-Вудрафа (D. J. Briggs, J. France, 1982; W. S. Chepil, F. H. Siddoway, D. V. Armbrust, 1962, 1963; J. Lyles, 1983; D. Painter, 1977; D. F. Thompson, 1981; N. P. Woodruff, F. H. Siddoway, 1965; N. P. Woodruff, D. V. Armbrust, 1968; N. P. Woodruff et al., 1977; Е.И. Шиятый, 1975; Г. А. Можейко, 1982; В. И. Болконский, Ю. И. Кришталь, 1978). В нашей стране известны схемы Е. М. Беловой и З. П. Кирюхина (1976), Е. И. Рябова (1996), Ю. И. Васильева (1997).

В американской схеме потенциал дефляции рассчитывается исходя из климатического фактора, эродированности почв и фактора растительности. При этом в расчете климатического фактора в схеме у D. J. Briggs и J. France учитываются скорость ветра, осадки и температура воздуха, а у W. S. Chepil, F. H. Siddoway et al. и N. P. Woodruff, D. V. Armbrust – скорость ветра, осадки и испаряемость с открытой поверхности. Прогнозные карты по американской схеме составляются на основе факторных карт по каждому элементу уравнения ветровой эрозии, разработанного американскими учеными. Затем эти факторные карты накладываются последовательно одна на другую и проводится зонирование территории по степени ветроэрозионной опасности. Е. И. Шиятый потенциальную предрасположенность территории к ветровой эрозии рекомендует определять на основе скорости ветра, количества осадков, суммы среднесуточных температур выше 10°C в период, предшествующий пыльным бурям, испаряемости за май – июнь, фактической и эталонной связности почвенного комка. В прогностической схеме Г. А. Можейко используется устойчивость почвенных разностей к выдуванию и степень эрозионности климата. При этом климатический показатель берется прямо пропорциональным кубу скорости ветра и обратно пропорциональным квадрату разности количества осадков и испаряемости. Аналогичный показатель используют В. И. Болконский и В. И. Кришталь

с той лишь разницей, что они добавляют в знаменатель еще запасы влаги в полуметровом слое почвы на начало эрозионного периода.

D. Painter для Новой Зеландии предлагает использовать показатель эрозионной способности ветра, который рассчитывается как сумма произведений повторяемостей ветров и кубов величин средних скоростей ветра по румбам. Подобный подход и у D. F. Thompson.

Е. М. Белова, З. П. Кирюхина выделение зон с различной ветроэрозионной опасностью осуществляют на основе учета податливости почв выдуванию и вероятности ветров со скоростью 6-9, 10-15 и > 15 м/с. При этом почвы они делят на высоко- и слабоустойчивые к выдуванию ветром. К первым относятся глинистые, тяжело- и среднесуглинистые почвы, ко вторым – песчаные, супесчаные, легко- и среднесуглинистые, пылеватые и карбонатные. В качестве же показателя эрозионной силы ветра берется произведение его дефляционных скоростей.

Из всех рассмотренных методов прогноза потенциальной предрасположенности территории к ветровой эрозии наиболее интересными являются два – американский и Е. И. Шиятого. Однако надо отметить, что они имеют определенный недостаток. В них, как, впрочем, и в других работах, эрозионный потенциал берется пропорциональным кубу скорости ветра. Такое допущение, естественно, упрощает задачу, но вместе с тем существенно искажает физическую сторону процесса, поскольку не учитывает того факта, что перенос почвенных частиц начинается с определенного порога скорости ветра и при скоростях ветра ниже этого порога дефляция отсутствует. Надо учесть и то, что не вся энергия ветра, а только ее часть, определяемая превышением исходной скорости ветра над пороговой, идет на транспортировку эрозионных агрегатов. В связи с этим правомернее климатический показатель связывать с разностью между исходной и критической скоростями ветра. Вторым существенным недостатком большинства рассмотренных методов является то, что в них не учитываются потери части выпадающих осадков за счет стока и впитывания. Иными словами, показатели влажностно-термического режима территории в них не в полной мере отражают действительность, хотя они, конечно, в определенной мере и характеризуют условия развития дефляции почв.

Ю. И. Васильевым для оценки потенциальной опасности проявления дефляции предложен показатель, увязывающий скорость ветра во время пыльных бурь с вероятностью превышения 20%, критическую скорость ветра, эквивалентные диаметры всех эрозионно-опасных почвенных агрегатов, влажность почвы и максимальную ее гигро-

скопичность, а также продолжительность пыльных бурь. Рассчитывается этот показатель, названный почвенно-климатическим потенциалом дефляции, по формуле

$$K_{\text{л}} = A(u_{\text{ЗМ}} - u_{\text{ЗМ}\cdot\text{Кр}})^2 [1 - \lambda \ln(W/W_r)] t_n, \quad (6.1)$$

где  $A$  – коэффициент, для открытой почвы равный  $0,1 K_2 K_3$ ;  $W$ ,  $W_r$  – влажность и максимальная гигроскопичность почвы;  $t_n$  – продолжительность пыльных бурь;  $K_2$ ,  $K_3$  – коэффициенты, связанные со структурой почвы (М. И. Долгилевич, Ю. И. Васильев, А. Н. Сажин и др., 1984);  $\lambda$  – коэффициент, зависящий от динамических характеристик ветра и влажности почвы. Он раскрыт еще не в полной мере, но в первом приближении может быть найден из соотношения

$$\lambda = \frac{1}{W/W_r} \left[ 1 - \frac{(U_z - U_{z.\text{кр.в}})^2}{(U_z - U_{z.\text{кр}})^2} \right], U_{z.\text{кр.в}}^2 = (1 + 0.084W) U_{z.\text{кр}}^2, \quad (6.2)$$

где  $U_z$  – максимальная скорость ветра во время пыльных бурь с вероятностью превышения 20% на высоте 10 см,  $U_{z.\text{кр}}$ ,  $U_{z.\text{кр.в}}$  – критическая скорость ветра для воздушно сухой и влажной почвы на высоте 10 см.

Значения МГ почвы при расчетах следующие: для черноземов 7%, солонцов 12,5, темно-каштановых почв 6-8, супесей 2,5, песков 2%.

## 6.8. Пыльные бури, их классификация, причины возникновения

Пыльные бури – это наиболее активная форма ветровой эрозии. При разработке почвозащитных мероприятий необходимо учитывать специфичность условий, складывающихся во время пыльных бурь на защищаемой территории. Поэтому важно знать вероятность проявления факторов, определяющих ущерб от них в регионе и в пределах конкретного района, а именно: продолжительность и число пыльных бурь, энергетика и преобладающее направление ветра, податливость почвы дефляции, климатические условия, предшествующие периоду, опасному в дефляционном отношении, и др.

*Пыльные бури на юге Русской равнины.* Пыльные бури возникают при значительном увеличении разницы между зоной высокого давления (антициклона) и низкого (циклона), т. е. при больших барических градиентах, ведущих к резкому усилению ветра. Образование сильных пыльных бурь со значительным территориальным распространением на уровне зонального процесса в степях Восточной Европы связано с устойчивыми процессами блокирования: над Средним Поволжьем, югом Урала и Западным Казахстаном устанавливается мощный анти-

циклон, нарушающий западный перенос воздушных масс и сохраняющий свое положение в течение нескольких синоптических периодов, в иные годы 1-1,5 месяца. На периферии этого антициклона и циклонов с центром над Черным морем формируются области с очень высокими скоростями ветра, которые тем выше, чем меньше расстояния и выше перепад давления между центрами отмеченных барических образований. М. Е. Ляхов (1963), исходя из характера происхождения и масштаба, пыльные бури здесь относит к двум родам. Одни из них возникают в условиях неустойчивой стратификации и сухой погоды в различных барических системах, что характерно для летнего периода. Вихри в этом случае имеют местный характер и пыльные бури, как правило, охватывают небольшие площади. Другой род пыльных бурь развивается в условиях устойчивой стратификации (на периферии антициклона и соседствующего циклона). В зоне значительных градиентов давления скорость восточного ветра достигает штормовой и ураганной силы: 18-23, 29-34 м/с и более. Такое метеорологическое состояние при определенных почвенных условиях создает благоприятные условия для подъема пыли в атмосферу с больших площадей и переноса ее на значительные расстояния.

Усиление ветра и возникновение сильных пыльных бурь в степях Сибири и Казахстана обусловлено фронтальными процессами в системе смещающихся сюда циклонов. Эти процессы более динамичны в пространстве и времени, поэтому усиление ветра при них бывает кратковременным, а развеивание почвы не столь значительным, как на юге Русской равнины.

Синоптические процессы с противоположным знаком обуславливают не только разные направления ветра при пыльных бурях (в степях Нижнего Поволжья и Северного Кавказа – восточное и юго-восточное, в степях Западной Сибири и Северного Казахстана – западное и юго-западное), но и существенно различный скоростной режим ветра при этом. В европейских степях скорость ветра во время пыльных бурь в целом выше, чем в степях Сибири и Казахстана, а сами пыльные бури более продолжительные. Если в европейском регионе при этом наиболее вероятная скорость ветра составляет 14-16 м/с, то в степях Сибири и Казахстана 7-12 м/с, а при пыльных бурях 20%-ной вероятности превышения (один раз в 5 лет) соответственно 13-32 и 12-22 м/с.

Немаловажную роль в возникновении пыльных бурь играет влажностно-термический режим как в период, предшествующий возникновению синоптической ситуации, обуславливающей формирова-

ние пыльных бурь, так и в период их развития. Высокая температура и низкая влажность воздуха способствуют интенсивному испарению влаги с поверхности почвы и усиливают тем самым дефляционные процессы. По свидетельству П. С. Захарова (Е. И. Рябов, 1974), пыльные бури в 70-80% случаев возникают при температуре более 10°C и относительной влажности менее 50%. Существенно влияют на развитие пыльных бурь общее количество осадков и распределение их в течение года. Как правило, возникновению пыльных бурь предшествует длительный период отсутствия осадков, когда верхние слои почвы подсыхают и на большей части территории находятся в сухом или слабоувлажненном состоянии.

Выдуванию агрегатов с верхних слоев почвы в первую очередь подвергаются обработанные и свободные от растительности поля, а также массивы с легкими почвами, поэтому чрезмерная распаханность территории, севообороты с большим клином яровых зерновых и пропашных культур также могут способствовать возникновению пыльных бурь.

Интенсивность пыльных бурь определяется также податливостью почв дефляции, которая может в течение года значительно изменяться. Если почвы обрабатываются в сухом состоянии, то образуются комки с высокой устойчивостью к выдуванию. В дальнейшем они могут распадаться на более мелкие, пылеватые, податливые перемещению и выдуванию ветром. Наиболее сильно разрушаются почвенные агрегаты от механического на них воздействия сельскохозяйственными орудиями, дождевыми каплями и др. Сильный распад агрегатов происходит из множественности циклов замораживания – оттаивания, увлажнения – высыхания.

Пыльная буря – это перенос большого количества пыли, песка и мелкозема сильным ветром. Скорость ветра в приземном слое при буре по шкале Бофорта оценивается 10 баллами (25-28 м/с на высоте флюгера), а при сильной буре 11 баллами (29-32 м/с). Пыльные бури могут быть при ветре со скоростью 14-24 м/с (сильный ветер, 7-9 баллов) и более 32 м/с (ураганный ветер, 12 баллов). Исходя из этого, пыльные бури можно классифицировать по их интенсивности как очень сильные, сильные, средние, слабые и очень слабые (скорость ветра соответственно > 32, 25-32, 14-24, 12-14 и < 12 м/с). Пыльные бури очень сильной и сильной интенсивности характеризуются еще и тем, что при них запыленность наблюдается значительно выше уровня 2 м (достигает иногда высоты 500 м и более). При пыльных же бу-

рях средней интенсивности перенос пыли, сухого мелкозема или песка идет только у земной поверхности до высоты 2 м. Пыльные бури слабой и очень слабой интенсивности характеризуются незначительным замутнением горизонта.

В зависимости от характера субстрата, попадающего в атмосферу, пыльные бури подразделяются на черные – на черноземных и каштановых почвах юга европейской части РФ; белые (желтые) – солевые (в Прикаспии и др.), бурые – на сероземах в Средней Азии, красные – на красноземах.

По характеру образования пыльные бури делятся на внутримассовые, образующиеся из-за термической неустойчивости атмосферы, и фронтальные, возникающие на разделах воздушных масс с разными физическими свойствами.

По характеру распространения пыльные бури бывают местные и транзитные, при которых запыленные воздушные массы приносятся из других территорий.

Анализ метеорологической информации по пыльным бурям на Северном Кавказе и в Нижнем Поволжье (с 1950 по 1978 гг.) показывает, что пыльные бури на этой территории распространены повсеместно: от центральных и северных районов Волгоградской и Ростовской обл. на севере до предгорных равнин Северного Кавказа на юге. Наиболее активно ветровая эрозия почвы развита в центральных и восточных районах Ставропольского края, западных районах Калмыкии, северной и восточной частях Краснодарского края, южной части Ростовской обл. Этому способствуют климатические, орографические, почвенные факторы и хозяйственная деятельность человека. Среднее в году число дней с пыльной бурей в рассматриваемом регионе – от 2 до 26; в отдельные годы с высокой повторяемостью засушливо-суховейной погоды может достигать 18-39 дней. Наиболее часто бури бывают в районе Кумо-Манычской впадины – от 12 до 26 дней в году.

Высока вероятность возникновения пыльных бурь в Калмыкии, особенно на Черных землях, где ветроэрозионные процессы проявляются довольно интенсивно в результате сильной распыленности почвенного покрова при неумеренном выпасе скота. Число дней с пыльными бурями, рассчитанное здесь по 7 метеорологическим станциям, в среднем составляет 7,2.

В Волгоградской обл. эрозионные процессы проявляются своеобразно. В связи с пестротой почвенного покрова и разной податливостью его к воздействию ветра среднее в году число дней с пыльной бу-

рей изменяется в широких пределах – от 1-5 на севере области до 12 на юге. Своеобразие местных условий приводит к резкому увеличению или уменьшению повторяемости бурь на небольшой территории: например в Даниловке 16 дней в году при фоновой интенсивности явления на севере Волгоградской обл. 1-5 дней в году.

Сравнительно часто пыльные бури возникают на Ставропольской возвышенности, особенно на ее восточных отрогах. К западу от нее, на равнинах Западного Предкавказья, количество таких дней уменьшается до 2-5, что вызвано увеличением влажности территории и ее защитой от сильных восточных ветров Ставропольской возвышенностью. В Сальских степях в связи с увеличением засушливости климата и интенсивной распашкой предкавказских карбонатных черноземов повторяемость бурь возрастает до 6-12 дней. В восточных районах Ростовской обл. бури бывают до 26 дней в году, а в ее северной части не более 3-4.

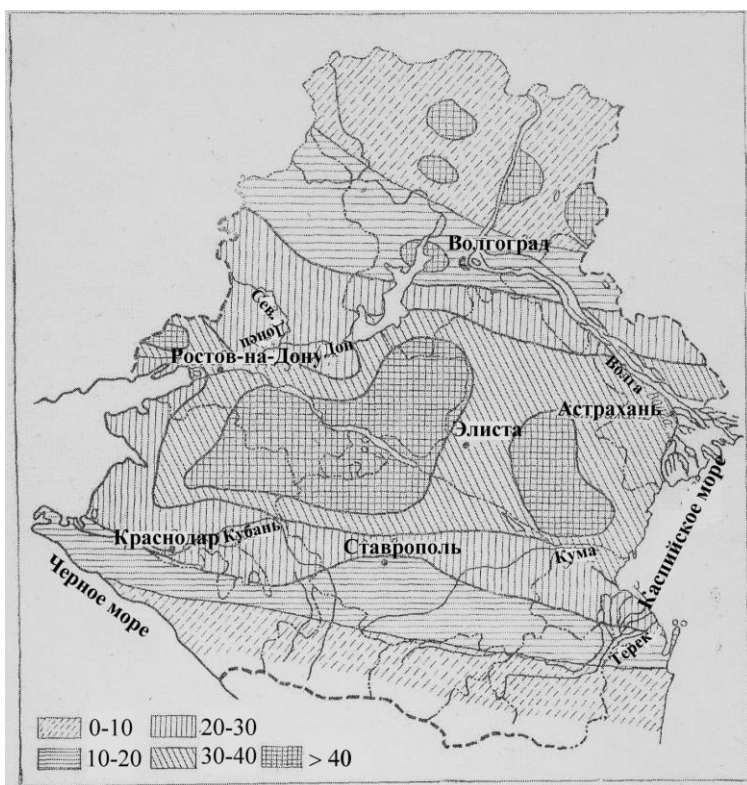


Рис. 6.3. Продолжительность пыльных бурь (ч/год) на Северном Кавказе и в Нижнем Поволжье

Продолжительность пыльных бурь в исследуемом регионе также изменяется в очень широких пределах – от нескольких часов до десятков, реже до 100-150 ч/год (рис. 6.3). Высокая продолжительность пыльных бурь (до нескольких десятков часов) характерна для восточных и северных районов Ставропольского края и для северной половины Краснодарского, а также для южных и восточных районов Ростовской обл.

Вредоносность ветроэрозионных процессов и ущерб, который они причиняют сельскохозяйственному производству и почвенному покрову, часто определяются не только их продолжительностью, но и характером всего явления. В связи с этим представляет интерес анализ продолжительности отдельных пыльных



бурь и скорости ветра, при которой они происходят. Хорошо известно, что в 1960 и 1969 гг. в течение нескольких дней подряд скорость ветра достигала ураганной силы, а вынос мелкозема на больших площадях был до глубины не менее 5 см. Однако такие бури исключительно редки и ориентироваться на них при расчете почвозащитных мероприятий экономически невыгодно. Непродолжительные (меньше получаса) пыльные бури обуславливаются, как правило, усилением скорости ветра при прохождении кучевой облачности. Они вызывают кратковременное замутнение атмосферы за счет взвешивания в воздухе малых частиц и не оставляют заметных следов выдувания в почвенном покрове. Повторяемость таких бурь небольшая – максимум 15% (табл. 6.5). Пыльные бури продолжительностью 1,5-3,0 ч бывают чаще. Перенос мелкозема при них ограничивается обычно площадью в несколько десятков гектаров и сопровождается незначительными изменениями элементов микрорельефа. Особенно часто повторяются бури продолжительностью от 3 до 9 ч. Интенсивность переноса почвенного материала в этом случае увеличивается, и на полях формируются устойчивые зоны выдувания или аккумуляции эолового материала. Повторяемость наиболее продолжительных бурь (> 9 ч) снижается до 14%. Почвенный мелкозем переносится на значительные расстояния, а посевы сельскохозяйственных культур на больших площадях засекаются и нередко выдуваются до узла кущения и глубины заделки семян.

На развитие ветроэрозионного процесса, особенно в начальной стадии, большое влияние оказывает максимальная скорость ветра, поэтому очень важно учитывать ее при исследовании. Как показывают данные метеорологических станций Северного Кавказа, максимальная скорость ветра во время бурь больше ее средней величины на 2-3, реже на 4-5 м/с. Особенно часто бури бывают при скорости от 8-10 до 20-22 м/с с наивысшей вероятностью в диапазоне 14-22 м/с. При меньшей скорости ветра бури бывают реже.

Большое практическое значение имеет выяснение направления ветра во время пыльных бурь. При анализе направления ветра необходимо учитывать два момента: достоверность наблюдений за направлением ветра и влияние на ветер местных орографических условий. Недоучет одного из этих факторов может привести к нежелательным, а подчас и вредным последствиям.

Как показал анализ метеорологической информации, на Северном Кавказе преимущественным направлением ветра бывает восточное, с отклонением к северу или югу не более чем на 20-30°. Особенности оро-

Таблица 6.5

**Повторяемость пыльных бурь, различных по продолжительности и максимальной скорости ветра  
(Северный Кавказ)**

Метеостанция	Повторяемость бурь, %																		
	по продолжительности, ч									при скорости ветра, м/с									
	<0,5	0,5-1,5	1,6-3	3,1-6	6,1-9	>9	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35-37	38-40		
Гигант	6	18	18	25	23	10	25	20	24	12	14	3	1	0	1	0	0		
Зерноград	4	9	9	36	29	13	18	18	29	11	14	4	4	0	2	0	0		
Ростов-на-Дону	4	20	20	27	22	7	40	18	12	21	8	0	0	0	1	0	0		
Ейск	0	3	6	25	46	20	0	4	34	38	8	7	7	0	2	0	0		
Армавир	4	15	15	19	19	28	2	4	15	17	20	15	8	5	12	0	2,0		
Каневская	7	12	15	26	20	20	11	9	20	20	15	15	5	1	4	0	0		
Белая Глина	6	16	11	23	26	18	13	8	19	26	18	7	6	1	2	0	0		
Куцевская	0	11	14	25	22	28	10	6	39	6	30	0	1	4	2	2	0		
Тимашевская	4	11	11	26	21	27	15	11	35	13	13	7	5	0	1	0	0		
Тихорецк	3	15	22	19	31	10	6	7	27	14	18	10	8	0	7	0	3,0		
Ачикулак	1	20	30	17	22	10	15	10	33	17	17	0	1	1	0	1,0	0		
Арзгир	13	34	14	20	12	7	25	22	20	15	16	2	0	0	0	0	0		
Дивное	9	25	17	27	19	3	22	19	34	10	12	2	1	0	0	0	0		
Изобильный	4	14	11	22	22	27	2	8	18	18	24	15	11	2	0	0	2		
Сарпа	15	28	12	20	19	6	42	17	31	7	2	1	0	0	0	0	0		
Утта	8	22	14	24	22	10	34	13	28	10	11	4	0	0	0	0	0		
Элиста	15	28	15	24	13	5	10	18	23	11	22	10	4	2	0	0	0		
Комсомольский	9	23	10	24	22	12	29	19	27	13	7	4	1	0	0	0	0		
Среднее	6	18	15	24	23	14	17	13	26	16	15	6	3	1	2	0,5	0,5		

графии в некоторой степени искажают представление о почти идеальной выраженности ветра на отдельных территориях. По выборочной сети метеорологических станций, повторяемость восточного ветра составляет 14-69%, в среднем 39%, восточного – северо-восточного 2-40%, в среднем 7%, восточного – юго-восточного 2-25%, в среднем 14%. Повторяемость пыльных бурь при ветрах противоположного направления в общем невысокая – 1-5, реже 10-15%. Эти бури, очевидно, связаны с усилением ветра при прохождении холодных фронтов и обычно непродолжительны. Бури при северных и южных ветрах очень редки (1-4 случая из 100) и ограничены малыми территориями.

С повторяемостью ветров с высокими скоростями и обусловленностью их определенным характером барического поля тесно связано распределение пыльных бурь в течение года. Характерной особенностью погоды зимой и в начале весны на юге европейской части страны являются периодические понижения и повышения температуры воздуха, приводящие к цикличности промерзания и оттаивания подстилающей поверхности, разрушению структурных элементов почвенного покрова (Г. И. Васильев, Д. С. Булгаков и др., 1978) и возникновению благоприятных условий для проявления пыльных бурь в это время. Вместе с тем в их повторяемости наблюдается некоторая особенность: наиболее часто они бывают зимой и в ранневесенний период в западных районах, а в восточных в связи с увеличением засушливости климата – летом и осенью. В ноябре и декабре, когда повсеместно отмечается наиболее высокая влажность воздуха, бури бывают редко.

*Пыльные бури в Западной Сибири.* Распространены пыльные бури на юге Западно-Сибирской низменности в лесостепной и степной зонах в пределах Алтайского края, Новосибирской и Омской обл. По многолетним данным, среднее число дней с бурями от 0,2 до 34 (рис. 6.4). В Омской обл. они наиболее распространены в степной зоне, по левобережью Иртыша, а в Новосибирской – часты в Кулундинской степи. Особенно часта повторяемость их в Алтайском крае, в сухой степи Кулунды, в Алейской степи и на зональных легких почвах. В северной подзоне степи и в южной лесостепи количество дней с пыльными бурями уменьшается до 3-9, а в северной лесостепи до 0,2-3 в году. В засушливые периоды пыльные бури усиливаются, число их возрастает не менее чем в два раза. Для степной зоны Западной Сибири характерно чередование многолетних сухих и влажных периодов, что обуславливает пульсационный характер проявления ветровой эрозии (И. С. Сметанин, 1957).

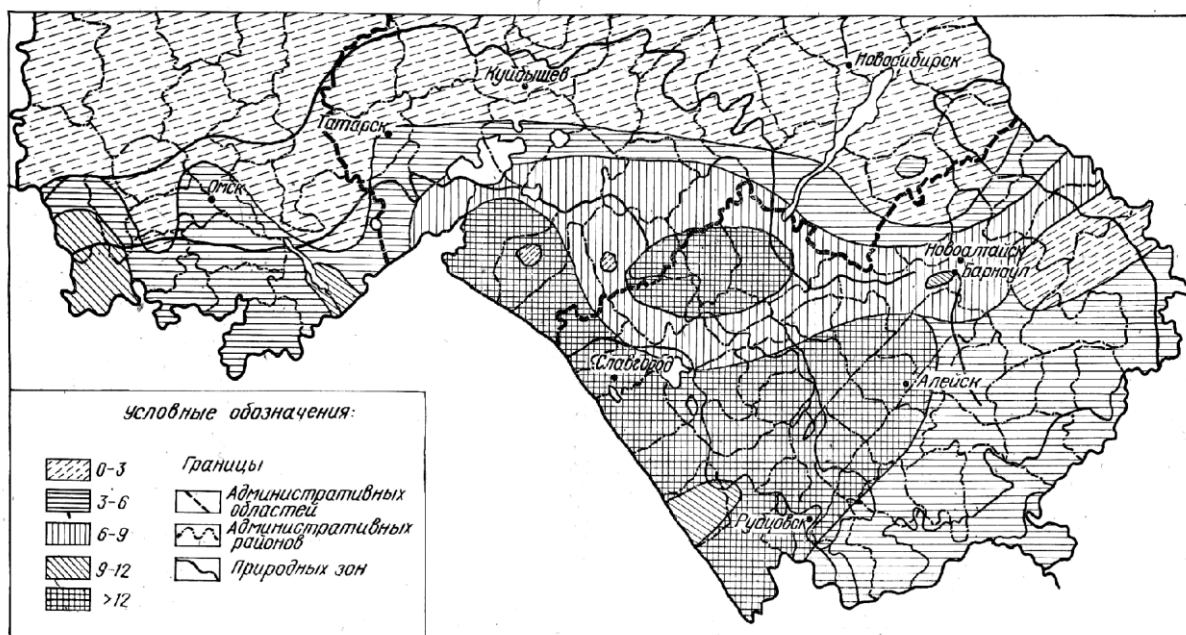


Рис. 6.4. Число дней (в среднем за год) с пыльными бурями в степной и лесостепной зонах Западной Сибири

Периодичность пыльных бурь связана также с распашкой территории и зависит от системы земледелия. В целом в большинстве районов после освоения целины число пыльных бурь существенно увеличилось.

В течение года бури распределяются крайне неравномерно. Наибольшую опасность ветровая эрозия представляет в весенний и летний периоды (в среднем 85%), когда почва распылена в процессе предпосевной обработки и лишена защиты пожнивными остатками. На паровых полях при сильном ветре дефляция может проявляться в течение всего теплого времени года. Зимние бури – явление сравнительно редкое, хотя некоторые исследователи отмечают усиление ветровой эрозии почвы в это время (А. М. Еремин, 1967).

Наиболее продолжительными и интенсивными бури бывают в степной и особенно в сухостепной зоне (Омская обл. в зоне лево- и правобережья Иртыша), несколько меньше их продолжительность в северной части степи и в южной лесостепи. В Алтайском крае в эту зону входит Алейская степь (табл. 6.6, рис. 6.5).

Зимние пыльные бури, как правило, бывают продолжительными и вызываются ветрами нередко штормовой и ураганной силы. За период 1966-1970 гг. средняя продолжительность летней бури по Алтайскому краю и Новосибирской обл. составляет 3-4, зимней 5-6 ч. Некоторые пыльные бури длятся до суток и более и охватывают значительную территорию.

Таблица 6.6

**Повторяемость пыльных бурь, различных по продолжительности и максимальной скорости ветра  
(Западная Сибирь)**

Метео- станция	Повторяемость бурь, %																			
	по продолжительности, ч							при скорости ветра, м/с												
	<0,5	0,5-1,5	1,6-3,0	3,1-6,0	6,1-9,0	>9	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	25-26	>26
Кулино	23	30	7	23	4	13	3	8	8	13	15	23	7	2	18	2	0	1	0	0
Кочки	11	31	18	25	12	3	1	4	12	18	20	17	6	12	4	4	0	1	0	1
Карасук	22	17	28	22	6	5	1	7	13	18	24	19	4	2	9	3	0	0	0	0
Славгород	24	26	18	24	8	-	7	14	12	17	18	14	6	5	5	1	0	1	0	0
Ключи	42	18	6	27	5	2	0	1	6	14	28	16	10	7	12	6	0	0	0	0
Родино	34	28	10	26	2	-	5	10	12	20	26	15	4	4	3	1	0	0	0	0
Завьялово	12	20	11	34	16	7	0	1	1	2	24	8	6	41	26	9	0	1	0	0
Кулунда	20	20	20	24	14	2	0	1	8	13	24	23	8	14	6	2	0	1	0	0
Рубцовск	16	39	7	32	6	-	1	4	1,0	16	19	22	7	10	5	3	0	1	1	0
Волчиха	39	39	11	11	-	-	0	5	13	15	16	15	9	4	13	9	0	1	0	0
Алейск	22	27	15	17	17	2	1	11	17	23	19	13	6	4	3	2	0	1	0	0
Среднее	24	26	14	24	8	3	2	6	10	15	19	17	7	10	9	4	0	1	0	0

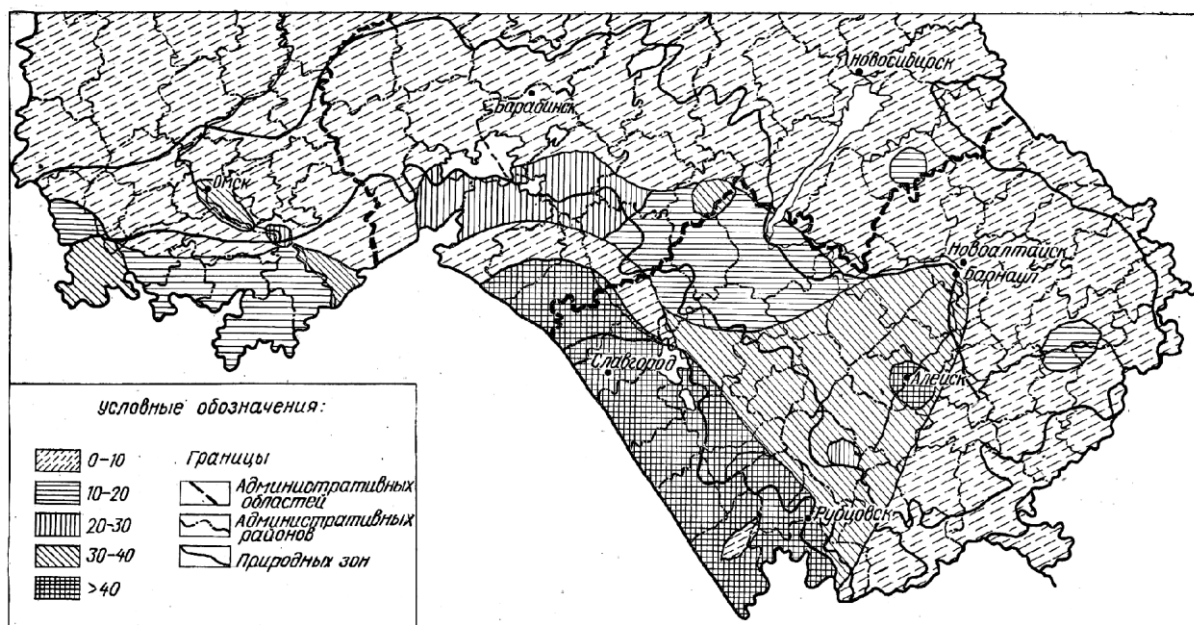


Рис. 6.5. Средняя продолжительность бурь (ч/год) в степной и лесостепной зонах Западной Сибири

Очень важной характеристикой устойчивости почв к ветровой эрозии является наименьшая критическая скорость ветра. Она для различных по генезису почв Западной Сибири на высоте флюгера варьирует от 5,5 до 12,4 м/с. Для наиболее же распространенных почв критическая скорость ветра составляет 7-9 м/с. Поэтому наибольший интерес представляет анализ вероятности возникновения пыльных бурь в зависимости от повторяемости скоростей ветра выше 8-9 м/с. Как видно из табл. 6.6, основная масса пыльных бурь в Западной Сибири проявляется при скоростях 7-18 м/с (на высоте 10 м) – в среднем 77 %. При более высоких скоростях пыльные бури здесь бывают редко, что свидетельствует вообще о незначительной повторяемости ветра в диапазоне скоростей выше 19 м/с.

Пыльные бури в Западной Сибири возникают при ветрах всех направлений, но наиболее часто при юго-западном, запад-юго-западном и западном направлении. Повторяемость их соответственно составляет 10-52, 3-19 и 5-30%.

## 6.9. Пыльные бури и рельеф

При анализе влияния рельефа на дефляцию необходимо рассматривать его макро-, мезо- и микроформы.

*Макрорельеф* (горные хребты, возвышенности) создает защиту почв от ветров одних направлений и резко усиливает энергию воздействия ветров других направлений. Наглядно это прослеживается на территориях Ставропольского и Краснодарского краев. Центральное положение в Ставропольском крае занимает Ставропольская возвышенность. В средней ее части выделяются высокие платообразные массивы. Восточные склоны расчленены балками и долинами на ряд вытянутых плато. На севере возвышенность полого снижается к Манычской впадине, на востоке – к Терско-Кумской низменности. На юге расположена вулканическая область Пятигорья. Ветры восточных и западных румбов, проходя над равниной, ударяются в склоны Ставропольской возвышенности, расчлененной долинами и балками. Многие балки и долины вытянуты по направлению господствующих ветров, и ветры в таких понижениях имеют очень высокую скорость, вызывая сильное выдувание почвы на ветроударных склонах. Усиливается ветровая эрозия в так называемых ветровых коридорах, под которыми понимаются геоморфологические районы в виде широкой депрессии или сочетания депрессий с небольшими орографическими препятствиями на пути ветра.

На Северном Кавказе выделяются Черкесский ветровой коридор, возникающий при действии северо-восточных и восточных ветров со стороны Терско-Кумской низменности, и Невинномысский, наибольшее разрушение почвы в котором наблюдается также на ветроударных склонах, на подветренных же склонах мелкозем выпадает из воздушного потока. Воздушные потоки, проходя в Кубанскую депрессию, расположенную между вытянутыми к северу складками хребта и южными склонами Ставропольской возвышенности, создают Армавирский коридор. И, наконец, Сенгилеевский ветровой коридор, образующийся севернее Сенгилеевского водохранилища в потяжинах и балках.

*Мезорельеф* (превышение от 1-5 до 30-50 м) существенно влияет на дефляцию почв разных участков отдельных полей: обуславливает ее интенсификацию на ветроударных склонах и снижение на заветренных. Особенно сильное дефлирующее воздействие ветрового потока на почвы бывает на верхних частях наветренного склона, вершинах холмов, бровках речных долин.

*Микрорельеф, лесополосы и другие препятствия* повышают скорость и энергетику воздушного потока в направлении его движения вверх по склону и уменьшают при движении вниз. В результате этого наветренные склоны, особенно их верхние части, оказываются сильно дефлированными, а заветренные – не затронутыми процессом дефля-

ции. По этой причине в районах бугристо-котловинных песков наклонный ветровой поток поднимает частицы песка с днищ котловин выдувания со все возрастающей силой к склонам бугров, достигнув их вершин, изменяет направление и вновь увеличивает живое сечение. Вследствие этого ветер здесь редко теряет скорость и несущую способность. Это приводит к разгрузке двухфазного потока и твердая фаза выпадет на вершине бугра и на верхней заветренной его части. Мезо-, микро- и нанорельеф, несмотря на их малые размеры, существенно влияют на дефляцию почв. Роль микро- и нанорельефа, создаваемого отвальной вспашкой, в защите почвы от дефляции заключается в осажении переносимого по полю мелкозема. Это явление наблюдается, когда скорость ветра у вершины гребня пашни или другого выступа создает силу, незначительно превосходящую критическую силу сопротивления почвы дефляции. В этом случае мелкозем с развеваемых вершин гребней пашни поступает в понижения между ними и там оседает. При сильном же ветре гребни пашни не могут противостоять развевающей силе ветра и защитить почву от выдувания. Мелкозем в этом случае не оседает между гребнями пашни и при их разрушении сносятся с поля – происходит дефляция почвы (Е. И. Рябов, 1996).

### **6.10. Пыльные бури и почвы, растительность**

Растительность является самым мощным фактором, снижающим дефляционную опасность территории. На почвах, покрытых мощной растительностью, дефляция отсутствует. Влияние растительности на дефляцию обуславливается тем, что она снижает скорость ветра. Практика показывает, что степень снижения скорости воздушного потока в слое непосредственного контакта с почвенными агрегатами при наличии на почвенной поверхности растительности зависит от высоты и плотности ее упаковки. При этом она тем больше, чем больше высота растительности и чем она более плотно покрывает почвенную поверхность. Определенное влияние на режим скорости ветра в припочвенной области оказывает также тип шероховатости. На стерне и травостое он несколько отличается. Факторами почвозащиты можно считать и ее скрепление корнями растительности, резкое снижение бомбардирующего эффекта от сальтирующих и перекатывающих по почвенной поверхности эрозионных агрегатов. Древесная растительность на пашне при правильном размещении в пространстве может полностью исключать дефляцию. Она предохраняет



почву от выдувания не только на месте их произрастания, но и на некотором удалении, так как, перераспределяя воздушные струи в вертикальной плоскости, создает ветровую тень с наветренной и заветренной сторон на расстоянии соответственно 5 и 25Н.

Активность дефляционных процессов зависит и от ветроустойчивости почв, связанной с их гранулометрическим и агрегатным составом, содержанием карбонатов, составом поглощенных оснований, содержанием микроагрегатов размером  $< 0,01$  мм, гумуса, ила и физической глины.

Е. И. Шиятый по зависимости степени разрушаемости ветром почв от гранулометрического их состава выделяет 6 групп: 1 – наиболее слабо разрушаемые – почвы на глинах и тяжелых суглинках; 2 – слабо разрушаемые – на легких глинах и тяжелых суглинках; 3 – умеренно разрушаемые – на средних суглинках; 4 – среднеразрушаемые на легких суглинках; 5 – сильно разрушаемые – на супесях; 6 – интенсивно разрушаемые – на песках.

### **6.11. Пылесборная площадь и роль ее в развитии дефляционных процессов**

Под пылесборной площадью понимается компактная территория, способная при определенных метеорологических условиях поставлять в воздушный поток, проходящий над ней, частицы, выдуваемые с поверхности почвы. Опыты показали, что при противодефляционной организации территории очень важно учитывать эту характеристику. Дело в том, что воздушный поток, подходя к дефлируемому участку территории, не может в одно мгновение вобрать в себя насыщающую дозу мелкозема с почвенной поверхности. Для того, чтобы насытиться мелкоземом до предела, воздушному потоку нужно пройти над дефлируемой поверхностью определенное расстояние. Величина этого расстояния зависит от многих факторов: податливости почв дефляции, ее защищенности растительностью и пожнивными остатками, скорости ветра, размера пылесборной площади. Чем выше скорость ветра, больше размеры дефлируемой поверхности и выше активность выдувания мелкозема, тем меньше протяженность разгона двухфазного потока до полного его насыщения.

Сама динамика формирования двухфазного потока при больших пылесборных площадях следующая. Воздушный поток, подходя к краю незащищенного (открытого) участка территории с податливой выдуванию поверхностью, при достижении критической скорости

начинает активно вбирать в себя выдуваемые почвенные частицы. Величина насыщения зависит от энергетических возможностей воздушного потока. Чем больше скорость воздушного потока, тем больше его несущая способность и тем большую массу твердого материала может воздушный поток вобрать в себя. Разная и длина пробега воздушного потока до полного его насыщения почвенными частицами. Чем меньше скорость воздушного потока, тем больше эта длина. Больше она и при более высокой устойчивости почвы к выдуванию. По достижении предельной концентрации почвенных частиц двухфазный поток начинает терять скорость. Его транспортирующая способность снижается, и часть твердой фазы из него выпадает. Двухфазный поток осветляется, начинает снова набирать скорость и снова вбирать в себя определенную часть почвенных частиц с дефлируемой поверхности. Эти циклы могут повторяться многократно, если позволяют размеры дефлируемого участка территории, определяющие длину пробега двухфазного потока.

Изложенное показывает, насколько важно правильно организовать территорию, с одной стороны, и выбирать почвозащитные приемы, в том числе и лесомелиоративные, с другой. Размеры полей и почвозащитные мероприятия (повышение устойчивости дефлируемой поверхности, создание барьеров из полос сельскохозяйственных культур, кулис, лесных полос и др.) должны выбираться таким образом, чтобы исключить свободный разбег двухфазного потока, прервать его на начальных стадиях.

## **6.12. Меры борьбы с пыльными бурями**

Общие меры борьбы с пыльными бурями должны быть направлены на сохранение физических и химических свойств почв, увеличение их влагообеспеченности, снижение скорости ветра в припочвенной зоне, сохранение растительности и пожнивных остатков на почвенной поверхности, правильную организацию территории, рациональное планирование и размещение культур, оптимизацию агротехники возделывания культур и выпаса скота.

### **6.12.1. Агротехнические противодефляционные мероприятия**

В систему агротехнических мероприятий по защите почв от дефляции входят почвозащитные севообороты, полосное размещение

сельскохозяйственных культур, создание кулис из высокостебельных растений, противодефляционное мульчирование, почвозащитная обработка земель, химические средства борьбы с дефляцией.

*Почвозащитные севообороты* – это организационная основа мероприятий по защите почв от дефляции, базирующихся на введении значительного клина многолетних трав, обладающих повышенными почвозащитными свойствами. Максимальная густота посевов многолетних трав сохраняется 3-4 года. В дальнейшем их почвозащитные свойства и продуктивность снижаются. Хорошо развитые озимые культуры в севообороте также обладают высокими почвозащитными свойствами. Яровые культуры обеспечивают кратковременную защиту почвы. Наиболее уязвимы в дефляционном отношении чистые пары, здесь необходимо проведение почвозащитных мероприятий, прежде всего создание кулис. Количество полей с многолетними травами в севообороте зависит от ветроэрозионной опасности территории. Опыт показывает, что на сильнодефлированных территориях наиболее эффективным является сплошное залужение на 5-8 лет. На среднедефлированных почвах большой почвозащитный эффект обеспечивают севообороты с полями многолетних трав на 40-50% площади. На слабодефлированных и недефлированных почвах хороший эффект дают зернопаровые севообороты. Недостаток их в возможности проявления дефляции на паровом поле, особенно на супесчаных и песчаных почвах. Высокий экономический эффект на слабодефлированных почвах могут дать зернопропашные севообороты. Но и здесь на полях с пропашными культурами высока потенциальная опасность проявления дефляции весной и осенью, особенно при отвальной обработке зяби в сухую осень, предшествующую посеву, а в малоснежные зимы – и зимой. Высокими почвозащитными свойствами обладают зернопаротравяные севообороты, однако они менее эффективны в экономическом плане.

В лесостепных, степных и полупустынных зонах схемы севооборотов выбирают в зависимости от потенциальной опасности проявления дефляции, климата, рельефа и специализации хозяйства.

На недефлированных и слабодефлированных почвах в хозяйствах зернового направления приоритет может быть отдан зернопаровым севооборотам, в хозяйствах зерноживотноводческого направления – зерновым и зернопропашным. Для борьбы с засухой и дефляцией почв могут быть использованы растительные кулисы, мульчирование, оставление стерни и приемы повышения влагозапасов в почве (Ю. С. Толчельников, 1990).

*Полосное размещение сельскохозяйственных культур.* Это мероприятие заключается в том, что на поле высевают разные культуры на полосах, имеющих определенную ширину. Такое земледелие основано на подборе культур, имеющих разные сроки сева и созревания, в результате чего в период предпосевной обработки почвы обнаженными и не защищенными от ветра остаются лишь узкие полосы почвенного покрова. Полосы размещают поперек преобладающего направления ветра. Особенно велика роль полосного размещения культур в снижении опасности проявления дефляции на почвах легкого гранулометрического состава, на полях чистого пара и пропашных культур. Ширина полосы чистого пара зависит от условий проявления дефляции (табл. 6.7).

Таблица 6.7

**Оптимальная ширина полос при полосном размещении зерновых культур, пара и многолетних трав в зависимости от почвенного покрова и рельефа (по Ю. С. Толчельникову, 1990)**

Почва	Ширина полос, м		
	Наветренный склон	Выровненный однородный массив	Ветроударный склон, вершины грив и увалов
Черноземы обыкновенные: песчанисто-легкосуглинистые супесчаные	150-125	100	75-50
	75	50	25
Черноземы южные и темно-каштановые почвы: песчанисто-легкосуглинистые супесчаные щебнисто-супесчаные	100	75	50
	50	25	25
	78	50	25
Каштановые: песчанисто-легкосуглинистые супесчаные щебнисто-супесчаные	75	50	30
	30	20	-
	50	30	20
Лугово-черноземные и лугово-каштановые супесчаные	75-50	50-30	-

*Кулисы.* Хорошим противодефляционным средством служат кулисы, иногда используемые на чистых парах, посевах яровых. Они создаются на парах из подсолнечника, горчицы и других высокостебельных растений. В целом это мероприятие не только предохраняет почву от выдувания, но и способствует накоплению снега, уменьшению промерзания почвы, повышению влагозарядки почвы. Кулисы в посевах пшеницы, размещаемой по чистому пару, создают из подсол-

нечника. Они способствуют накоплению снега под посев пшеницы второго года, а кулисы в посеве второго года – под третью зерновую культуру (культуры третьего года после пара). Обработку почвы на площади с кулисами проводят следующим образом. При посеве зерновой культуры по пару оставляют "просев", на котором затем высевают кулисные растения подсолнечника. После уборки культуры, идущей после пара, поля под следующую зерновую культуру обрабатывают плоскорезами с тем, чтобы на поверхности почвы осталась стерня и стебли кулис, задерживающие снег на поле. Остатки кулис уничтожают весной перед вторым посевом зерновой культуры, сгребая их боронами или срезая культиваторами.

*Противодефляционная обработка почвы* направлена прежде всего на предотвращение дефляции на полях чистого пара и пропашных культур.

Чистый пар обрабатывается весной культиватором-плоскорезом на глубину 8-10 см, в результате чего подрезаются корни многолетних и однолетних сорняков, на 85-90% сохраняется стерня и закрывается в почве влага. По мере отрастания многолетних сорняков в четыре приема обрабатывают плоскорезами на глубину 10-12 см.

Обработку почв под зерновые культуры в районах, подверженных дефляции, осуществляют осенью без оборота пласта плоскорезами и луцильниками. Предпосевная обработка выполняется также без оборота пласта дисковыми луцильниками с последующим прикатыванием. Посев осуществляется сеялками-луцильниками ЛДС-4А или другими аналогичными орудиями (например, СЗС-9), позволяющими сохранить максимум стерни на поверхности почвы. Важно также правильно выбрать срок сева, учитывая погодные условия, срок наступления спелости почвы, и проводить его в возможно более короткие сроки. Для осеннего и ранневесеннего закрытия почвенной влаги и провоцирования всходов сорняков следует использовать игольчатые бороны БИГ-3.

Хороший эффект по сохранению влаги в почве и предохранению почвы от выдувания дает мульчирование. Для мульчирования солому разбрасывают равномерно по поверхности поля.

*Плоскорезная обработка* – это обработка почвы без оборота пласта культиваторами-плоскорезами и плоскорезами-глубококорыхлителями на глубину от 8-10 до 27-30 см. Особенность ее в том, что на поверхности почвы остается стерня и другие растительные остатки. Ее применяют в условиях засушливого климата.

*Поверхностная обработка* – это обработка почвы на глубину

10-12 см дисковыми орудиями на полях, идущих под озимые культуры после непаровых предшественников. Применяют как в зоне недостаточного, так и неустойчивого увлажнения.

*Обработка почвы комбинированными агрегатами* – это обработка на малую глубину (до 6-10 см) под озимые и яровые культуры. После непаровых предшественников она позволяет за один проход сразу подготовить почву к посеву.

*Нулевая обработка почвы* – это воздействие на почву сеялками-культиваторами и сеялками прямого посева. Применяется в засушливых зонах.

*Минимальная обработка* – это обработка, при которой почва в течение всего года остается в ненарушенном состоянии и мульчирована растительными остатками. Для посева почва рыхлится узкими полосками шириной 3-5 см, в которые осуществляется высеv семян. Используется в засушливых зонах.

#### 6.12.2. Химические методы защиты почв от дефляции

В качестве химических препаратов используют смолу, латексы (например, СКС-65-ГП), которые вносят из расчета 20-60 кг/га. Применение смол и других веществ способствует повышению прочности почвенных комочков и тем самым устойчивости почв к выдуванию. Следует отметить, что и все агрохимические мероприятия, способствующие увеличению биомассы и урожайности растений, обеспечивают повышение устойчивости почв к выдуванию.

#### 6.12.3. Агролесомелиорация как универсальная система защиты почв и сельскохозяйственных культур от дефляции

Универсальным средством в борьбе с ветровой эрозией и пыльными бурями являются лесные полосы. Особенно эффективны ПЗЛП в годы с засухами и активной ветровой деятельностью. Положительное влияние их состоит главным образом в том, что они ослабляют скорость ветра и интенсивность турбулентного перемешивания воздушных масс, что способствует снегозадержанию, снижению испаряемости, увеличению запасов влаги и более экономному ее расходованию. Это косвенно влияет и на дефляционные процессы, снижая их активность. На полях, защищенных лесными полосами, повышается эффективность внесенных в почву удобрений.

### 6.12.3.1. Эффективность систем лесных полос в борьбе с дефляцией почв

Агролесомелиорация представляет собой способ многостороннего воздействия на почвы и микроклимат прилегающего к лесным полосам пространства, своеобразный экологический каркас, способствующий защите сельскохозяйственных угодий от неблагоприятных природных явлений, в том числе и от ветровой эрозии почв.

Главные компоненты влияния лесных полос – снижение скорости ветра в зоне до 25-30Н, увеличение влажности почвы, снижение температурных колебаний и воздействие на циклы замерзания – оттаивание, увлажнение – высыхание, способствующих разрушению почвенной структуры.

Изучение почвозащитной эффективности лесных полос во время сильных пыльных бурь показало, что одиночные непродуваемые лесные полосы защищают почву от выдувания в этом случае на расстоянии 10-12Н (Н. М. Милосердов, 1971), ажурные на расстоянии 20-25Н. Примерно на таком же пространстве проявляется защитная роль продуваемых лесных полос, но у них с наветренной стороны в зоне 0-10 Н наблюдается слабое засекание растений мелкоземом. Это связано с увеличением скорости ветра на наветренной опушке лесонасаждения из-за конфузорного эффекта в области разреженной его части.

Практика показывает, что лесные полосы вместе с агротехническими приемами защиты почвы от дефляции могут полностью регулировать дефляционные процессы и снизить потери почвы до допустимых пределов. Для этого параметры систем взаимодействующих ЗЛН (зоны влияния перекрываются) должны строго увязываться с факторами, определяющими интенсивность проявления дефляции. В таких системах максимум скорости ветра должен быть таким, чтобы общие потери почвы от дефляции были равны или ниже нормы.

Исследования показали, что изменение выдувания мелкозема в межполосных пространствах с удалением от лесной полосы, как правило, повторяет характер изменения скоростей ветра, но в процентном отношении масса выдутой почвы всегда существенно меньше (рис. 6.6). С уменьшением межполосных расстояний в системе эффективность лесных полос в защите почвы от выдувания возрастает (рис. 6.7). Об этом же говорит и связь полезащитной лесистости с повреждением посевов во время пыльных бурь. Например, в Павлоградском районе Днепропетровской обл. при полезащитной лесистости 1,2% озимые во время пыльных бурь 1969 г. были повреждены на 40% площади, а в

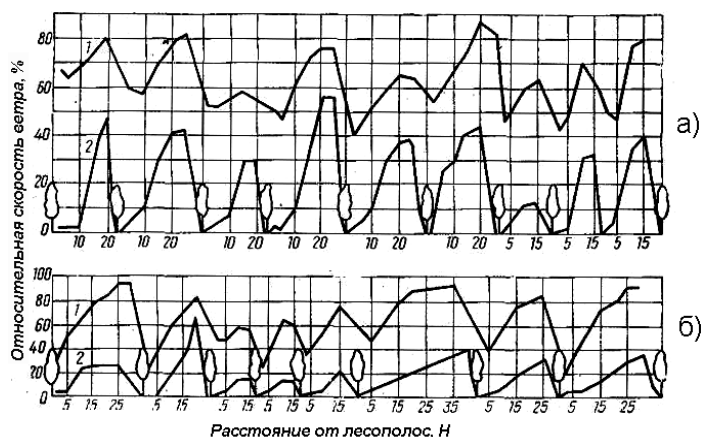


Рис. 6.6. Связь относительной скорости ветра и выдувания песка из лотков в системе лесополос (а) и в плодородном степном (б):

1 – относительная скорость ветра, %; 2 – выдувание песка, %

соседнем Синельниковском районе с такими же почвами при лесистости 3,3% (межполосные расстояния 400-450 м) – на 10,5 %. По данным В. Г. Антонюк (1969), при полевых лесистостях 2,7-3,5% на южных черноземах сохранность озимых культур во время пыльных бурь 1969 г. вообще была полной. П. С. Захаров (1961) параметром оптимальной лесистости считает 4%. Повреждение озимых во время пыльных бурь 1984 г. на Северном Кавказе (Ю. И. Васильев, 2003) при лесистости 1, 2, 3, 4, 5% соответственно составляет 70-80, 60-78, 50-70, 27-55, и 5-25 % или в среднем 75, 69, 60, 41 и 15% (рис. 6.8).

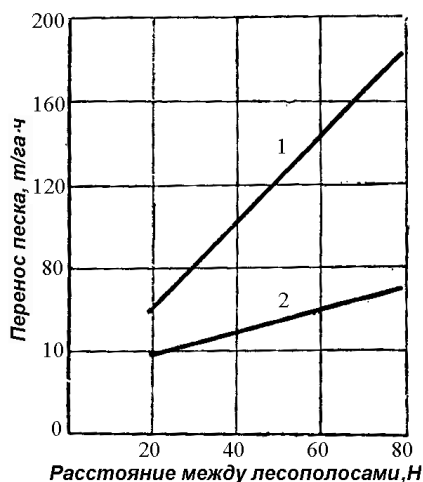


Рис. 6.7. Зависимость переноса песка от расстояния между лесополосами при направлении ветра под углом:  
кривая 1 – 90°; 2 – 40° (при скорости ветра в открытом пространстве  $U_0 = 14,1$  м/с)

и свидетельствующих о том, что на легких по гранулометрическому составу почвах даже при средних по интенсивности пыльных бурях межполосные пространства, равные  $30N$ , не обеспечивают надежной безде-

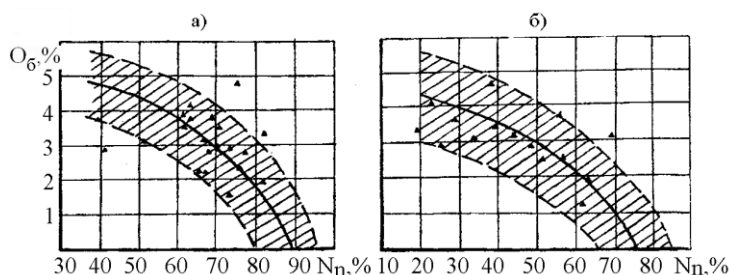


Рис. 6.8. Связь между облесенностью полей  $O_6$  и повреждением озимых посевов  $N_n$  в осенне-зимне-весенний период 1983-1984 г. в Сальском (а) и Зимовниковском (б) районах Ростовской обл.

Имеется множество других материалов, подтверждающих важность оптимизации параметров систем с учетом факторов, определяющих дефляционные процессы в межполосных пространствах



фицитной защиты почвы от выдувания и не исключают повреждения сельскохозяйственных растений переносимым ветром мелкоземом.

Из сказанного следует, что при проектировании систем лесных полос на землях, подверженных дефляции, необходимо учитывать, с одной стороны, возможность снижения ветровых нагрузок лесными полосами при различном их размещении в пространстве, а с другой – условия развития дефляции, связанные с податливостью почв, хозяйственной деятельностью, рельефом местности и направлением вредоносных ветров, поскольку ветроумеряющая способность лесных полос снижается с уменьшением угла подхода ветра к ним.

### 6.12.3.2. Роль конструкции лесных полос в формировании почвозащитных свойств лесных полос

В зоне влияния лесных полос существенно трансформируется режим скорости, давления и турбулентности ветра и становится функцией пространственных координат. В целом указанные характеристики наиболее сильно изменяются под влиянием непродуваемых лесных полос, меньше – ажурных и продуваемых, причем под воздействием последних тем меньше, чем выше ажурность лесных полос. Протяженность зоны защиты наибольшая у лесных полос с ажурностью 30-40%.

Изменение сил давления ветра в зоне влияния лесных полос обуславливает снижение критических скоростей ветра: тем большее, чем ближе участки к лесным полосам и чем плотнее полосы, т. е. где сильнее изменяются турбулентность воздушного потока и падение давления в нем. При одинаковой осредненной величине ажурности оно меньше у тех лесных полос, у которых в нижней части количество просветов больше и более высоко подчищены кроны (рис. 6.9).

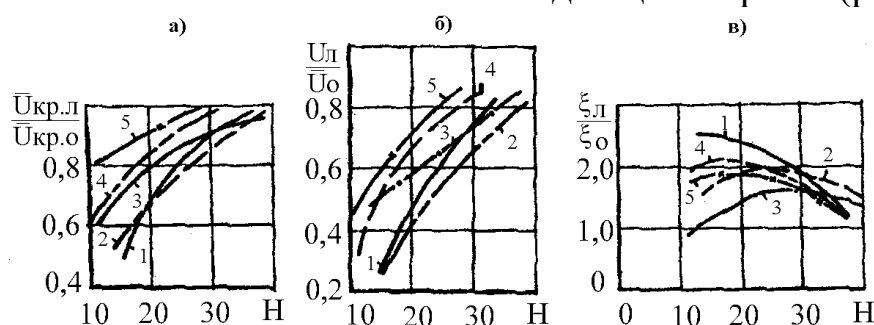


Рис. 6.9. Изменение критической (а) и фактической (б) скоростей воздушного потока и его турбулентности (в) на разном расстоянии от лесных полос с заветренной стороны:

1-3 – ажурные (ажурность 30, 40 и 60%); 4, 5 – ажурно-продуваемые (ажурность в кронах 30%, в подкروновом пространстве 60% и высота подчистки крон 0,2 и 0,5H)

Отмеченный феномен снижения критической скорости ветра косвенно свидетельствует о том, что при равенстве скорости ветра на лесомелиорированной и открытой территориях потенциальные ветроэрозионные возможности ветра выше на первой из них. Следует подчеркнуть, что это справедливо только при одинаковых значениях скорости ветра на открытом и защищенном лесными полосами пространстве. В зоне же защитного влияния лесных полос скорость ветра очень сильно снижается, причем на определенной ее части это снижение значительно выше, чем уменьшение критической скорости ветра. В связи с этим в зоне влияния лесных полос дефляция или полностью прекращается, или ее интенсивность существенно снижается.

Если за показатели влияния лесных полос на дефляцию принять характеристики  $K_c = m_B/m_{B,0}$ ,  $K_a = m_a/m_{B,3}$  и  $K_{\Pi} = (m_B - m_a)/m_B$ , где  $K_a$  – коэффициент аккумуляции,  $K_c$  – снижения дефляции,  $K_{\Pi}$  – общих потерь почвы;  $m_B$ ,  $m_{B,0}$ ,  $m_{B,3}$  – масса почвы, выдута соответственно в зоне влияния лесных полос, на открытом пространстве, с наветренной стороны лесных полос и непосредственно за ними;  $m_a$  – масса аккумулялированного мелкозема, то можно отметить следующие закономерности. Коэффициент аккумуляции  $K_a$  для лесных полос ажурной и непродуваемой конструкции с увеличением ажурности уменьшается. Сложнее взаимосвязь между ажурностью лесных полос  $\varphi$  и коэффициентами  $K_{\Pi}$ ,  $K_c$ . Функции  $K_{\Pi} = f(\varphi_{cp})$  и  $K_c = f(\varphi_{cp})$  при значениях  $\varphi_{cp} = 35-50\%$  имеют минимум, при  $\varphi_{cp} > 35-50\%$  с увеличением  $\varphi_{cp}$  значения  $K_{\Pi}$ ,  $K_c$  возрастают, а при  $\varphi_{cp} < 35-50\%$ , наоборот, уменьшаются (рис. 6.10). Иначе говоря, при ажурности  $\varphi_{cp} = 35-50\%$  происходит наименьший вынос дефлируемого материала с защищаемого лесными по-

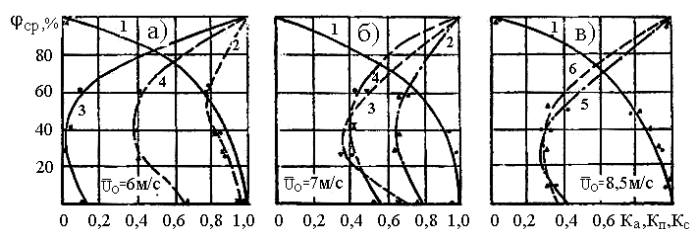


Рис. 6.10. Зависимость  $K_a$ ,  $K_{\Pi}$  и  $K_c$  от  $\varphi_{cp}$  для зоны влияния ажурно-продуваемых лесных полос:  
 кривые функций: 1 –  $K_a = f(\varphi_{cp})$ ; 2, 5, 6 –  $K_{\Pi} = f(\varphi_{cp})$ ; 3, 4 –  $K_c = f(\varphi_{cp})$  для зоны 0-18,6Н с наветренной и 0-28Н с заветренной сторон лесных полос

лосами пространства, т. е. плотные и очень разреженные лесные полосы обладают слабыми почвозащитными свойствами.

Аккумулялирующая способность лесных полос ажурно-продуваемой конструкции (значения  $K_a$ ) с увеличением средней по вертикальному профилю ажурности  $\varphi_{cp}$  уменьшается. Функция этого уменьше-

ния близка к параболической. Показатели  $K_{п}$  и  $K_{с}$  для отмеченных лесных полос в функции  $\varphi_{ср}$  изменяются следующим образом. При  $\varphi_{ср} < 30-40\%$  они возрастают с увеличением  $\varphi_{ср}$ , а при  $\varphi_{ср} > 30-40\%$  уменьшаются. Оптимум  $K_{п}$  и  $K_{с}$  наблюдается при  $\varphi_{ср} = 30-40\%$ .

Определенным образом показатели  $K_{а}$ ,  $K_{п}$  и  $K_{с}$  у лесных полос ажурно-продуваемой конструкции зависят от высоты подчистки крон  $h_{п}$  и ажурности в подкроновой области  $\varphi_{п.к}$ . Установлено, что при ажурности в кронах  $\varphi_{к} \geq 30-40\%$ , в подкроновом пространстве  $\varphi_{п.к} > 30-40\%$  и условии  $(\varphi_{п.к}/\varphi_{к}) > 1$  изменение высоты подчистки крон от 0 до  $0,5H$  приводит к увеличению показателей  $K_{п}$  и  $K_{с}$ . В случае же  $\varphi_{к} > 30-40\%$ ,  $\varphi_{п.к} > 30-40\%$  и  $(\varphi_{п.к}/\varphi_{к}) > 1$  увеличение  $h_{п}$  приводит к уменьшению значений указанных показателей. Коэффициент  $K_{а}$  бывает большим при меньших значениях  $h_{п}$ .

#### 6.12.3.3. Эффективность лесных полос в комплексе почвозащитных мероприятий

Системы лесных полос могут значительно повысить эффективность защиты почвы от дефляции агротехническими методами. Об этом свидетельствуют множество данных, полученных различными исследователями в нашей стране и за рубежом. Так, в опытах, проведенных на североприазовских черноземах Н. М. Милосердовым (1975), установлено, что после обработки почвы игольчатой бороной, тяжелым культиватором КПЭ-3,8, штанговым культиватором и после посева стерневой сеялкой на поверхности почвы остается 20% стерневых остатков, а на пару всего лишь 3%. Иначе говоря, лишь одна почвозащитная обработка почвы и посев стерневой сеялкой не обеспечивают надежную защиту почвы от выдувания (В. К. Левченко, 1973). По сравнению с отвальной вспашкой плоскорезная обработка почвы снижает скорость ветра в приземном слое воздуха в среднем на 4,5 м/с (табл. 6.11), однако этого недостаточно: выдувание почвы в среднем за 3 года на этом варианте достигало 57,3 т/га. Сочетание же плоскорезной обработки с лесополосой обеспечило большой почвозащитный эффект – потери почвы были всего 0,9 т/га.

На фоне лесных полос почвозащитные агротехнические приемы способствуют получению более высоких урожаев. Прибавка урожая при почвозащитной технологии (пар стерневой, посев сеялкой СЗС) по сравнению с обычной (пар обычный, посев СУК-24) на темно-каштановой почве (Присивашская АГЛЮС) и черноземах южных (Крым-

Таблица 6.11

**Скорость ветра (м/с) на высоте 15 см от поверхности почвы  
в зависимости от почвозащитных мероприятий (весна 1971 г., Н = 10 м)**

Вариант опыта	Скорость ветра на расстоянии от лесополосы, Н						Средняя скорость в зоне 0-25Н, % к открытому полю
	5	10	15	20	25	м/с	
Отвальная вспашка на глубину 20-22 см: открытое поле	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	100
	6,2	6,6	7,8	9,1	9,9	7,9	70
Плоскорезная обработка на глубину 20-22 см: открытое поле	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	100
	1,7	2,1	3,7	4,8	5,6	3,6	53

ская с.-х. опытная станция) составила в среднем под защитой лесополос соответственно 3,5 и 1,1, в открытом поле 2,9 и 0,4 ц/га.

Имеется еще целый ряд примеров, говорящих о высокой почвозащитной эффективности комплекса лесные полосы – агротехнические приемы защиты почвы от дефляции.

Н. А. Матвеев и М. П. Лобанов (1973) показали, что на варианте с плоскорезной обработкой на открытом поле из-под суданской травы перенос песчаной почвы достигал 106 т/га, а на защищенном выдувание наблюдалось лишь на повышенных элементах рельефа, да и то незначительное.

Исследования М. И. Долгилевича и В. Е. Синещекова (1978), проведенные в 1975-1976 гг. в паро-зерновом севообороте в системе трехрядных лесных полос из тополя бальзамического посадки 1965-1966 гг., показали, что в межполосных пространствах на фоне почвозащитной технологии выращивания сельхозкультур выдувание отсутствовало полностью в зоне от 29 до 40Н (130-260 м при высоте лесных полос 4,5-6,5 м). На зяби при отвальной вспашке эта зона составляла 24Н (106 м). Зона слабой дефляции, где выдувание не превышает допустимого предела, была шириной 54-60 м (9-12Н) и лишь на нетронутой стерне пшеницы 90 м (15Н). Слой выдутой почвы в межполосных пространствах на зяби с отвальной вспашкой составлял 4 мм, а с безотвальной обработкой всего 1-2 мм. На открытом пространстве выдувание было равно соответственно 19 и 5-11 мм. Таким образом, за счет лесомелиорации выдувание сокращалось в 5-6 раз (табл. 6.12).

Таблица 6.12

**Почвозащитная эффективность лесополос и агротехнических мероприятий во время пыльных бурь  
(Кулундинская степь)**

Максимальные скорости ветра, м/с	Продолжительность бурь, ч	Защитная высота лесополос, м	Агрофон поля	Ширина зоны отсуствия эрозии		Зона слабой эрозии			Открытое поле	
				м	н	ширина	толщина снесенного слоя почвы, мм	площадь эрозионных пятен, %	толщина снесенного слоя почвы, мм	площадь эрозионных пятен, %
18-23	53	4,5	Зябрь отвальная	106	24	54	12	4	19	97
18-23	53	4,5	Зябрь безотвальная по стерне пшеницы	130	29	55	12	2	11	28
18-23	53	4,5	Рыхление почвы плоскорезом по стерне пшеницы	135	30	55	12	1	8	20
30	29	6,5	Массовые всходы яровой пшеницы	160	25	60	9	1	9	70
30	29	6,5	Нетронутая стерня пшеницы	240	40	90	15	1	5	18

Оценочные расчеты для паро-зернового пятипольного севооборота (Е. И. Шиятый, 1976) показывают, что наибольшие потери почвы от выдувания ветром имеют место на открытом пространстве при отвальной обработке почвы (117 т/га·год). Примерно в 8 раз меньше при плоскорезной обработке. Значительные потери почвы (19,8 т/га·год) и на варианте размещения лесных полос в системе через 400 м при сохранении отвальной обработки почвы в межполосных пространствах, а при плоскорезной – выдувание не превышает 1,2-2,4 т/га·год, т. е. уменьшается в 9-16 раз (табл. 6.13).

Таблица 6.13

**Возможные потери почвы от ветровой эрозии при применении различных почвозащитных мероприятий в пятипольном паро-зерновом севообороте**

Агрофон	Возможные потери почвы т/га·год		
	пар	зять	1 га севооборотной площади
<i>Открытое поле 2000x2000 м</i>			
Отвальная обработка	188,0	99,0	117,0
Плоскорезная обработка*	68,0	1,5	15,0
Плоскорезная обработка и полосное размещение пара через 100 м	3,3	1,5	1,9
Плоскорезная обработка и посев кулис через 6 и 12 м по пару	0,2	1,5	1,2
<i>Создание лесополос через 400 м на каждом поле</i>			
Отвальная обработка	30,0	17,0	19,8
Плоскорезная обработка	10,7	0,3	2,4

\* Данные рассчитаны по материалам Е. И. Шиятого, 1976.

Следует, однако, отметить, что условием эффективности почвозащитных агрономических мероприятий является количество оставляемой стерни после уборки зерновых не менее 300 шт/м<sup>2</sup> при ее высоте порядка 20 см, а после обработки почвы 240 шт/м<sup>2</sup>.

Опыт показывает, что с помощью систем лесных полос можно зарегулировать ветровой режим в припочвенной части и даже во время сильных пыльных бурь снизить потери почвы от дефляции до допустимых пределов. Лишь очень интенсивные и продолжительные пыльные бури, вероятность превышения которых более 20%, вызывают выдувание почвы на части межполосного поля. Комплексом же агротехнических и лесомелиоративных мероприятий практически полностью можно защитить почву от ветровой эрозии при учете следующих нормативных показателей:

*допустимый предел дефляции*, по данным М. И. Долгилевича, М. Е. Бельгибаева, 3-4 т/га·год у черноземов, 2-3 т/га у каштановых почв;

*эродируемость почв* на Северном Кавказе и в Нижнем Поволжье колеблется от 0,1-0,4 до 40-60 т/га·ч, с облегчением гранулометрического состава, увеличением смывости и дефлируемости почв она возрастает (М. И. Долгилевич, Ю. И. Васильев, А. Н. Сажин и др., 1984);

*критическая скорость ветра* для почв Нижнего Поволжья, Северного Кавказа и Западной Сибири 5,5-10,0 м/с (на высоте флюгера), с утяжелением гранулометрического состава почв возрастает (М. И. Долгилевич, Ю. И. Васильев, А. Н. Сажин и др., 1984);

*максимальная скорость ветра во время пыльных бурь с вероятностью превышения 20%* в указанных регионах от 10-15 до 30-33 м/с (М. И. Долгилевич, Ю. И. Васильев, А. Н. Сажин и др., 1984);

*годовая продолжительность пыльных бурь* в целом в пределах 10-100 ч, но в нескольких районах Калмыкии, Ростовской обл. и Западной Сибири достигает 120-160 ч/год (М. И. Долгилевич, Ю. И. Васильев, А. Н. Сажин и др., 1984);

*господствующее направление дефляционных ветров* на Северном Кавказе и в Нижнем Поволжье восточное, юго-восточное; в Западной Сибири – юго-западное, южное и юго-западное;

*проектная высота лесонасаждения (HPR)* 18 м на выщелоченных и тучных черноземах, 16 на обыкновенных черноземах, 12 на южных черноземах, 6-8 м на каштановых почвах;

*параметр шероховатости поверхности полей севооборота (ZOH)* в паро-зерновых севооборотах с короткой ротацией и при почвозащитной обработке южных и обыкновенных черноземов 2 см, каштановых почв 1 см, в паропропашных севооборотах 1 см;

*размер межполосного расстояния (LMP)* рассчитывается по методике, приведенной ниже. Ориентировочно (Ю. И. Васильев, 2003) в зоне очень сильной дефляции рекомендованные ранее межполосные расстояния должны быть уменьшены на 36-50%, в зонах сильного проявления на 23-35%, среднего на 22%, слабого на 10-16%, в зонах очень слабого проявления можно оставлять рекомендованные ранее;

*конструктивные параметры лесных полос:* на землях, подверженных дефляции, ширина междурядий на предкавказских, обыкновенных и южных черноземах принимается равной 3 м, оподзоленных и выщелоченных 2,5-3,0, на каштановых почвах 3-4 м. Расстояния между деревьями в ряду должны быть 0,8-1,0 м. Количество рядов в лесной полосе не должно превышать 3-4.

### 6.13. Методика определения допустимых расстояний между лесными полосами в разных условиях проявления дефляции

В основе методики лежит условие не допускать превышения допустимого предела максимальной скорости ветра в межполосном пространстве, при котором годовые потери почвы от дефляции не перекрывают уровень почвообразовательного процесса. При этом в качестве исходной берется максимальная скорость ветра на открытом пространстве с вероятностью превышения 20% (вероятность проявления 1 раз в 5 лет). Допустимая же максимальная скорость ветра в межполосном пространстве адаптированной системы лесных полос находится исходя из уровня наименьшего снижения скорости ветра в системе и величины максимальной скорости ветра на открытом пространстве с обеспеченностью 20%, определяемой по материалам ближайшей метеостанции. Для Северного Кавказа, Нижнего Поволжья и Западной Сибири можно использовать методические указания по размещению ПЗЛП в районах с активной ветровой эрозией (М. И. Долгилевич, Ю. И. Васильев, А. Н. Сажин и др., 1984).

Порядок определения допустимых межполосных расстояний в адаптированных системах лесных полос на землях, подверженных дефляции, следующий.

1. Исходя из данных о составе почв на поле под паром, полученных в период предпроектной проработки, определяются структурные коэффициенты  $K_2$  и  $K_3$ :

$$K_2 = 0,22/d_{e1}^{3,06}; K_3 = 1/d_{e2}^{0,61}; d_{e2} = 1,1d_e. \quad (6.3)$$

Здесь  $d_{e1}$ ,  $d_e$ ,  $d_{e2}$  – эквивалентные диаметры дефляционно-опасных (менее 2 мм), всех почвенных агрегатов и агрегатов, занимающих 90% объема почвенного образца;

$$d_{e1} = \frac{0,05 \cdot P_1 + 0,125 \cdot P_2 + 0,375 \cdot P_3 + 0,75 \cdot P_4 + 1,5 \cdot P_5}{\sum_{i=1}^5 P_i};$$

$$d_{e2} = \frac{0,05P_1 + 0,125P_2 + 0,375P_3 + 0,75P_4 + 1,5P_5 + 2,5P_6 + 4P_7 + 6P_8 + 8,5P_9 + 15P_{10} + 25P_{11} + 40P_{12} + d_a \cdot P_{13}}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11} + P_{12} + P_{13}}, \quad (6.4)$$

где  $P_1, P_2, \dots, P_{13}$  – содержание в образце фракций различного размера, %;  $d_a$  – средний размер диаметров агрегатов более 50 мм.

2. Устанавливается критическая скорость ветра на высоте 10 см



от почвенной поверхности для открытого пространства по зависимости

$$U_{z.кр} = 3,2 + 0,025d_e \quad (6.5)$$

либо из методических указаний (1984).

3. Осуществляется перерасчет исходной скорости ветра обеспеченностью 20% на высоте флюгера  $U_\phi$  до уровня 10 см от почвенной поверхности  $U_z$ :

$$U_z = U_\phi \cdot K_1, \quad (6.6)$$

где  $K_1$  – коэффициент, равный 1,7-2,2 (в среднем 2).

4. Рассчитывается эродлируемость почв ветром

$$E = 0,1 \cdot K_2 \cdot K_3 (U_z - U_{z.кр})^2, \text{ т/га}\cdot\text{ч}. \quad (6.7)$$

5. Исходя из среднемноголетней годовой продолжительности пыльных бурь (данные ближайшей метеостанции, материалы методических указаний, 1984, и др.) определяются годовые потери почвы от дефляции

$$Q_r = E \cdot t_r, \quad (6.8)$$

где  $t_r$  – среднемноголетняя продолжительность пыльных бурь, ч. При проектировании систем ПЗЛП в комплексе с агротехническими почвозащитными мероприятиями величину  $Q_r$  уменьшают в 1,5-5 раз в зависимости от гранулометрического состава почв (для легких по составу почв большее уменьшение, для тяжелых – меньшее).

6. Годовые потери почвы от дефляции  $Q_r$  делятся на допустимые  $Q_{доп}$ . Находится степень  $n$  превышения  $Q_r$  над  $Q_{доп}$ .

7. Путем деления  $E$  на  $n$  находится допустимая эродлируемость почв  $E_{доп}$ .

8. С учетом связи между эродлируемостью, структурными коэффициентами  $K_2$ ,  $K_3$  и скоростными характеристиками ветра определяется допустимая скорость ветра в межполосном пространстве системы ПЗЛП

$$U_d = \sqrt{\frac{E_{доп}}{0,1 \cdot K_2 \cdot K_3}} + U_{z.к}. \quad (9.9)$$

9. Определяется нормированная величина допустимой скорости ветра

$$U_{н.д} = U_d / U_z. \quad (6.10)$$

10. Находятся допустимые нормированные межполосные расстояния между основными лесными полосами в адаптированных к условиям дефляции системах ПЗЛП

$$L_H = 3 + 29(U_{н.д})^{2,5} (HPR/ZOH)^{0,1}. \quad (6.11)$$

В абсолютных единицах величина допустимого межполосного пространства

$$LMP = L_H \cdot HPR. \quad (6.12)$$

11. Расстояния между вспомогательными полосами на твердых почвах принимаются равными не более 2000, на песчаных – не более 1000 м.

#### **6.14. Сочетание лесомелиоративных и агротехнических мер защиты почв от дефляции**

В районах с очень высоким потенциалом проявления ветровой эрозии часто одними лесными насаждениями надежно защитить почву от выдувания не удастся. К тому же межполосные пространства систем, адаптированных к местным условиям развития дефляции, при обычных системах земледелия оказываются неприемлемо малыми. В таких районах значительную роль играет правильная организация территории землепользования при строгом учете местных почвенно-климатических условий, типов севооборотов и применяемых агротехнических мероприятий. Все земли при создании лесных полос должны быть классифицированы по степени подверженности дефляции. На лесомелиорируемой территории наряду с принятыми целесообразно вводить почвозащитные севообороты, которые должны быть насыщены посевами многолетних трав. Не следует часто проводить обработку почвы и оставлять ее поверхность в обнаженном состоянии. В целях уменьшения пескопылесборной площади распахиваемые массивы следует разделять полями или полосами многолетних трав. Облесенные поля должны быть размещены поперек направления дефляционных ветров, обработка почвы и посевов сельскохозяйственных культур в межполосных пространствах проводится в том же направлении. При одинаковой вероятности проявления ветров различных направлений размеры полей должны быть уменьшены.

Обработка почвы должна обеспечивать благоприятные условия для роста и развития растений. Многократное применение орудий для уничтожения сорняков может распылить почву и повысить ее выдуваемость, поэтому на почвах, подверженных дефляции, рекомендуется проводить безотвальную обработку с оставлением пожнивных остатков. Эффективна также система минимальной обработки, предусматривающая уменьшение числа проходов сельскохозяйственных машин и орудий по полю. Так, в зависимости от типа обработки почвы повреждения озимых посевов в системе лесных полос при пыльных бурях 1984 г. на Северном Кавказе составляли по отвальной вспашке 71%, по поверхностной обработке 41%.

Обследования лесомелиорированных полей после пыльных бурь

показали, что большое значение имеет предшественник. Наиболее сильно страдают от выдувания озимые, посеянные по яровым колосовым. Значительно меньший ущерб на посевах озимых по пропашным и зернобобовым предшественникам. Меньше всего страдают посевы по пару и эспарцету.

В зависимости от сроков сева сохранность озимых изменялась следующим образом: наибольшая (80%) она была при раннем севе, несколько меньше (67%) – при оптимальном, минимальная (всего 14%) при допустимом. При позднем сроке сева все всходы были уничтожены дефляцией даже в зоне до 15-20Н. Способ сева существенно не влиял на сохранность озимых.

Касаясь процента повреждения озимых посевов в зависимости от облесенности полей, надо отметить, что при облесенности 5,0-5,5% наблюдается практически полная защита посевов, при облесенности 4% поврежденная площадь составляет порядка 40%, при 2 и 1% – соответственно 65 и 77%.

Из изложенного видно, что применение почвозащитных агрономических технологий на облесенных полях обуславливает необходимость соблюдения целого ряда принципов. Во-первых, сами параметры систем лесных полос в этом случае должны быть иными, чем при обычных технологиях возделывания сельскохозяйственных растений. Межполосные расстояния должны определяться исходя из снижения выдувания почвы в 1,5-5 раз (по различным полям севооборота). В целом по паро-зерновому севообороту с короткой ротацией этот показатель равен 4. Во-вторых, в системе лесных полос должны соблюдаться те же подходы, что и на открытых полях: направление обработок поперек дефляционных ветров, частота и принятый набор технологических обработок, улучшение условий роста и развития сельскохозяйственных растений, правильный выбор предшественников для сельхозкультур, а следовательно, и выбор адаптированных севооборотов, способы и сроки посева сельхозкультур.

## 7. ОПУСТЫНИВАНИЕ, ПЕСКИ, ИХ ЗАКРЕПЛЕНИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ

### 7.1. Опустынивание в мире и России

Проблема борьбы с опустыниванием (впервые термин "опустынивание" ввел французский ученый А. Обревиль в 1949 г.) приобрела международный статус в связи с трагическими событиями в Сахельской зоне Африки и рассматривалась чаще всего в отношении развивающихся стран Азии, Африки и Латинской Америки, а в отношении развитых стран только касательно Австралии и Северной Америки. Доля деградированных земель в засушливых районах Европы составляет сейчас 33,2%, в Африке 24,0, в Азии 22,2, Южной Америке 15,3, Австралии 13,2 и в Северной Америке 10,8% (рис. 7.1). В по-

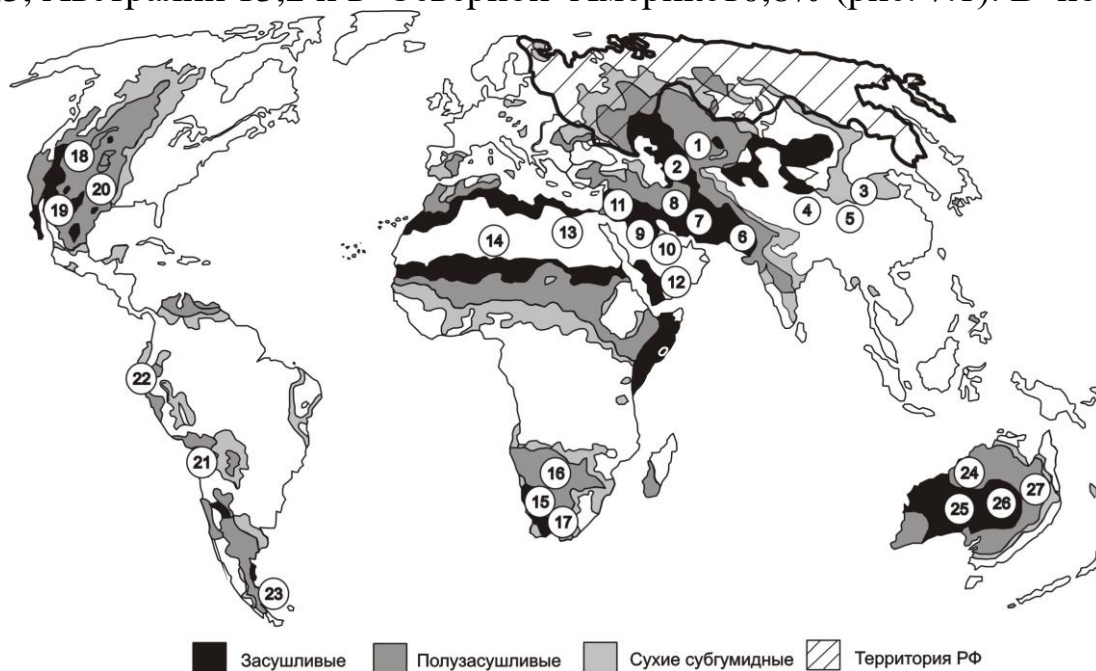


Рис. 8.1. Крупнейшие природные пустыни (1-27) и засушливые районы мира, находящиеся под угрозой опустынивания (по данным ЮНЕП):

1 – Кызылкум, 2 – Каракумы, 3 – Гоби, 4 – Такла-Макан, 5 – Алашань, 6 – Тар, 7 – Деште-Лут, 8 – Деште-Кевир, 9 – Большой Нефуд, 10 – Малый Нефуд, 11 – Сирийская пустыня, 12 – Руб-Эль-Хали, 13 – Ливийская пустыня, 14 – Сахара, 15 – Намиб, 16 – Калахари, 17 – Кару, 18 – Большой Бассейн, 19 – Сонора, 20 – Чиуауа, 21 – Атакама, 22 – Сечура, 23 – Патагонская, 24 – Большая песчаная пустыня, 25 – Гибсон, 26 – Большая пустыня Виктория, 27 – Симпсон

лузасушливых и сухих субгумидных районах РФ на долю деградированных сельхозугодий приходится 9,7 (азиатская часть аридного пояса) – 39,6% (европейская его часть) территории.

В границах СССР проблема опустынивания прорабатывалась Институтом пустынь АН Туркмении, а также КазНИИЛХА, УкрНИИЛХА и некоторыми другими научно-исследовательскими учреждениями, включая ВНИАЛМИ. Исследования по данной проблеме активизировались в 60-х годах минувшего столетия в пору освоения целинных земель, вызвавшего дефляцию распаханной целины, а также сокращение площади пастбищных угодий и перегрузку их животными. Так, в 1960-1970 гг. из-за бессистемного выпаса и распашки "хрупких" территорий в Прикаспии возникла первая в Европе барханная пустыня: в регионах Черные земли и Кизлярские пастбища прирост площадей, дефлировавших до стадии барханного сбоя, достиг 4-6 га/ч. В 1985 г. с участием ВНИАЛМИ был разработан первый в России крупный (5,3 млн га) проект – Генеральная схема по борьбе с опустынива-

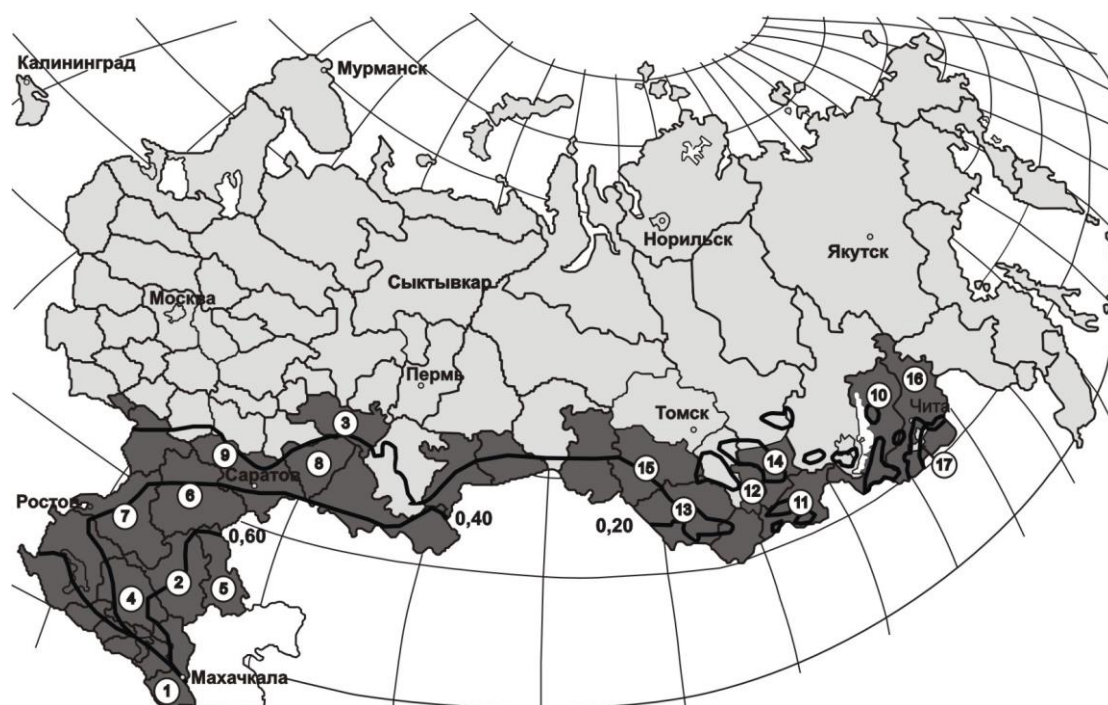


Рис. 7.2. Аридный пояс РФ и местоположение в нем административных регионов, для которых разработаны НПДБО (1-17):

ЕЧ АП – республики Дагестан (1), Калмыкия (2) и Татарстан (3); Ставропольский край (4); Астраханская (5), Волгоградская (6), Ростовская (7), Самарская (8), Саратовская (9) обл.; АЧ АП – Республики Бурятия (10), Тыва (11) и Хакасия (12); Алтайский (13), Красноярский (14) края, Новосибирская (15) и Читинская (16) обл. с Агинским-Бурятским автономным округом (17); 0,20-0,60 – значения нормализованного индекса аридности климата (NIA)

нием Черных земель и Кизлярских пастбищ (1986), ориентированный на подавление процессов дефляции и трансформацию их в многоярусные лесопастбищные угодья. Данный проект был реализован на значительной части указанных регионов при постоянном научном обеспечении работ силами ВНИАЛМИ. Накопленный опыт был использован в последующие годы в ходе разработки серии субрегиональных национальных программ действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) при финансовой поддержке ЮНЕП "Центра международных проектов Госкомэкологии РФ". Первой из них явилась НПДБО для Калмыкии (1995), последующие (1999, 2000) охватили другие регионы аридного пояса (АП) РФ (рис. 7.2).

#### 7.1.1. Понятия, термины, методические положения оценки опустынивания

Из множества определений понятия "опустынивание", предложенных за последние 20-30 лет, наиболее подходящим к условиям АП РФ является понятие, принятое в Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке (Париж, 14-15 октября 1994 г.). Опустынивание в ней определено как "деградация земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека". Общая площадь территорий мира, входящих в категорию опустыненных или находящихся под угрозой опустынивания, по данному определению, составляет около 48,3 млн км<sup>3</sup> (43% суши). Их география, в том числе в границах РФ, представлена ранее (см. рис. 7.1).

*Деградация земель* означает снижение или потерю биологической и экономической продуктивности и сложной структуры богатыми пахотными землями, орошаемыми пахотными землями или пастбищами, лесами и лесными участками в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате землепользования или действия одного или нескольких процессов, в том числе связанных с деятельностью человека и структурами расселения: ветровая и/или водная эрозия почв; ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв; долгосрочная потеря естественного растительного покрова.

Под *засушливыми, полузасушливыми и сухими субгумидными* районами понимаются районы (помимо полярных и субполярных), в

которых отношение среднего ежегодного уровня осадков к потенциальной эвапотранспирации (индекс сухости,  $P/PET$  по М. И. Будыко) колеблется в диапазоне 0,05-0,65.

Для биоклиматической оценки аридности засушливого пояса России используют *индекс аридности*  $IA$ , определяемый по формуле

$$IA = \frac{\sum_{I-XII} P}{5,12 \sum_{IV-X} t + 306}, \quad (7.1)$$

где  $\sum_{I-XII} P$  – годовая сумма атмосферных осадков;  $\sum_{IV-X} t$  – сумма среднемесячных температур с апреля по октябрь.

При этом  $IA$  приводят в нормализованный вид ( $NIA$ ) по Б. В. Виноградову:

$$NIA = 1 - IA. \quad (7.2)$$

Тогда показатель  $NIA$  закономерно возрастает по мере усиления засушливости территорий (табл. 7.1), а не снижается, как индекс сухости в формуле М. И. Будыко.

Таблица 7.1

**Примерные соотношения показателей  $P/PET$  и соответствующие им биоклиматические зоны в АП РФ**

$P/PET$	$NIA$	Биоклиматическая зона
0,05-0,20	0,60-0,80	Аридная (средне- и сильноаридная)
0,20-0,50	0,40-0,60	Семиаридная (умеренноаридная)
0,50-0,65	0,20-0,40	Сухая субгумидная (слабоаридная)
> 0,65	< 0,20	Субгумидная

*Тип опустынивания* определяется вызывающими его факторами, главным образом природными и антропогенными. Наиболее актуальны для АП РФ проблемы деградации земель от засоления – аккумуляции в почве легкорастворимых солей в токсичных для растений количествах, – а также от эрозии и дефляции – разрушения почв под воздействием водных потоков и ветра. В определенных условиях эти основные формы опустынивания способствуют развитию дегумификации, солонцовости, каменистости и других неблагоприятных свойств почв и почвогрунтов.

*Индикаторы опустынивания* – явления или статистические данные, наличие, количество или перемена в состоянии которых указывают на характер или изменение процесса опустынивания. На уровне зонально-регионально-ландшафтного и территориально-хозяйственного пространственного охвата применяются в динамической и статистической интерпретации физические, биологические и социальные индикаторы опустынивания. Они были выработаны на Международ-

ном семинаре по проблемам опустынивания (21-25 августа 1977 г., Найроби) и включены Конференцией ООН (29 августа – 9 сентября 1977 г., Найроби) в План действий по борьбе с опустыниванием.

В рамках межведомственной научно-технической программы "Экологическая безопасность России" эти индикаторы адаптированы к условиям полевого и дистанционного применения в АЧ АП России и дополнены новыми методическими разработками, в том числе разработками ФАО/ЮНЕП (1979-1983) и Института пустынь Туркменистана "Методические основы изучения и картографирования процессов опустынивания" (1983). В работе использовались наиболее важные индикаторы, хорошо распознаваемые в натуре и определяемые по статистическим материалам, а также фото- и видеоинформации из космоса.

В качестве основных физических индикаторов опустынивания приняты степень засоленности, эродированности и дефлированности земель, а также глубина залегания и качество ГВ. В эту категорию индикаторов включены гранулометрические характеристики почвогрунтов и геоморфологические показатели, определяющие податливость земель дефляции и эрозии.

В состав биологических индикаторов вошли характеристики флоры и фауны (виды, жизненные формы, фитопродуктивность и др.), дающие интегральную информацию об эдафическом состоянии территории и определяющих его ключевых факторах.

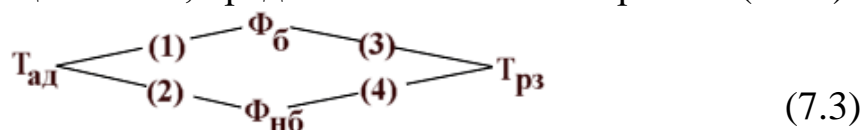
Из социальных индикаторов, рекомендуемых международными нормативами к использованию совместно с указанными выше диагностическими признаками, для объективной многофакторной оценки причин и последствий опустынивания чаще всего используются два: техногенный вклад в экологию через инфраструктуру и демографические индексы (рождаемость, смертность, естественный прирост населения).

#### 7.1.1.1. Факторы и оценки опустынивания

Наиболее важными природными факторами опустынивания субрегиона являются засушливость климата, периодически усиливающаяся под влиянием цикличности солнечной активности, податливость почв дефляции и эрозии, засоленность почвогрунтов. Важнейшая же причина развития опустынивания – неадаптированная антропогенная деятельность, проявляющаяся в следующих формах: интенсивная распашка земель, уничтожение древесной и кустарниковой растительности, перевыпас, чрезмерный полив, техногенные факторы.



Особенно опасна для субрегиона ресурсозатратная деятельность в периоды с неблагоприятными климатическими условиями, что иллюстрирует следующая схема, предложенная В. И. Петровым (2001):



где  $T_{\text{ад}}$  и  $T_{\text{рз}}$  – *антропогенные* факторы: адаптивные и ресурсозатратные технологии и виды хозяйственной деятельности или природопользования;  $\Phi_{\text{б}}$  и  $\Phi_{\text{нб}}$  – *природные* факторы: благоприятные и неблагоприятные проявления климатических и других природных процессов.

Природопользование по первому сценарию ( $T_{\text{ад}} - \Phi_{\text{б}}$ ) способствует ресурсовозобновлению, а по второму ( $T_{\text{ад}} - \Phi_{\text{нб}}$ ) – ресурсосбережению. Сценарий третий ( $T_{\text{рз}} - \Phi_{\text{б}}$ ) сопровождается ресурсозатратными негативными последствиями на фоновом уровне или вызывает слабую деградацию, а четвертый ( $T_{\text{рз}} - \Phi_{\text{нб}}$ ) обуславливает среднее или сильное опустынивание земель в форме дефляции, эрозии, вторичного засоления, а также сопутствующие им загрязнение и другие ярко выраженные ресурсоразрушающие явления.

Степень опустынивания территории – поражения ее той или иной формой деградации – оценивается индексами деградации (ИД), отражающими по 100-балльной шкале ее дефлированность (ИД<sub>д</sub>), эродированность (ИД<sub>э</sub>), засоленность (ИД<sub>з</sub>) или подверженность нескольким формам опустынивания (ИД<sub>д</sub> + ИД<sub>э</sub>):

$$\text{ИД} = \frac{\text{пораженная часть территории, га} \cdot 100}{\text{общая площадь территории, га}}. \quad (7.4)$$

Чем больше показатель ИД, тем значительнее площадь очагов и массивов деградации на данной территории. Избранный методический прием успешно испытан в НПДБО для юго-востока европейской части Российской Федерации, а также при разработке других нормативных материалов. Он обеспечивает сопоставимость и объективность оценок земель различных категорий по характеру и степени опустынивания в многообразных формах проявления.

Суммарный индекс деградации (ИД<sub>с</sub>) территориальной единицы (поля, хозяйства, района и т. д.) является средневзвешенной суммой ИД пашни, пастбищ, сенокосов и других входящих в нее видов угодий. В свою очередь, ИД каждого вида угодий складывается из индексов их деградации от дефляции, эрозии и засоления. При совместном проявлении нескольких форм деградации угодий (например, дефляция + засоление) значение ИД<sub>с</sub> может превышать 100 баллов.

Степень же опустыненности (деградированности) пораженной опустыниванием части территории оценивается по единой для всех форм его проявления четырехступенчатой шкале: 1 – фоновый уровень, 2 – слабая, 3 – умеренная (средняя), 4 – сильная степень. Каждый из этих уровней характеризуется качественными и количественными критериями, определяющими состояние экосистем на момент оценки с корректировкой на условия субрегиона:

на фоновом уровне наблюдается варьирование урожайности фитомассы под влиянием агрометеорологических факторов (засухи, суховеи и другие неблагоприятные для сельскохозяйственного производства природные явления) без нарушения почвогрунтов и существенной перестройки биоты;

слабая степень характеризуется незначительным нарушением почвенно-растительного покрова и стабильным сокращением урожайности фитомассы угодий менее чем на 10 (в среднем на 5) %;

средняя степень вызывает сокращение урожайности сельскохозяйств на 10-50 (в среднем на 30) %;

сильное опустынивание сопровождается разрушением плодородного слоя почв и сокращением урожайности на 50-90 (в среднем на 70) %. Эта стадия легко перерастает в необратимое очень сильное опустынивание, исключающее экономически выгодное полное восстановление продуктивности земель.

Принятые градации хорошо сопрягаются с нормативными шкалами (1992). Они также адекватны уровням, принятым предприятиями Госкомзема РФ при оценке качества земель.

#### 7.1.1.2. Картографирование опустынивания

Картографирование опустынивания с целью определения ареалов распространения деградации земель, форм и степени его проявления, а также оценки последствий опустынивания необходимо для обоснования ключевых положений НПДБО и выбора путей последующей реализации данной программы в генеральных схемах и проектах, ориентированных на нейтрализацию опустынивания.

Методика картографирования включает несколько технологических этапов: 1 – сбор и первичная обработка исходных данных о динамике состояния ландшафтов, 2 – биоклиматическое районирование и картографирование территории, 3 – разработка тематических карт опустынивания с легендами.

*Сбор и обработка исходных данных.* В работе используются все доступные материалы, содержащие сведения о современном и недавнем прошлом состоянии экосистем субрегиона, в том числе материалы региональных комитетов по земельным ресурсам и землеустройству, содержащиеся в приложении № 6 к форме № 22 "Характеристика земель по механическому составу почв и признакам, влияющим на плодородие"; статистические данные Гидрометеослужбы (температура воздуха, осадки), Главного управления геодезии и картографии (топокарты разного времени производства и масштаба); издания трудов НИУ АН СССР, РАН и РАСХН (динамика атмосферы, почвенных процессов, эволюция социально-экономической сферы, экология агросферы и др.); материалы Госцентра "Природа" (фотографическая и сканерная информация из космоса о состоянии земной поверхности), отчеты и государственные доклады региональных экологических комитетов и текущая тематическая информация из ряда других источников.

*Биоклиматическое районирование и зонирование.* Работа базируется на показателях нормализованного индекса аридности (NIA), вычисленных для метеостанций административных районов по формуле (7.1). Для районов, не обеспеченных данными о сумме температур воздуха за теплый период, NIA определяли по специально составленному графику зависимости между величиной этого показателя и средней многолетней суммой осадков за последние 10-14 лет, т. е. за срок, близкий к продолжительности периода солнечной активности. Для районов, не имеющих метеослужбы, NIA вычисляли по интерполированным данным 2-4 ближайших метеостанций. Использовались также зависимости, приведенные в табл. 7.1.

Биоклиматическое зонирование служит основой для оценки предрасположенности территорий к тем или иным формам опустынивания и прогноза тенденций его развития по схеме (7.3).

*Разработка картосхем опустынивания.* Обзорное и тематическое картографирование включает следующие операции: преобразование исходных показателей деградации земель каждого административного района, выраженных в гектарах, в форму ИД по (7.4); введение ИД в карту с сетью границ административных районов и биоклиматических зон; анализ и оценку закономерностей пространственного варьирования процессов опустынивания; выделение ареалов доминантного проявления форм деградации и степени опустынивания основных (пашня, пастбища, сенокосы) видов сельхозугодий.

## 7.1.2. География опустынивания

Изложенные выше методические положения обеспечили возможность репрезентативной картографической интерпретации и системного анализа информации по ключевым субрегионам аридного пояса России. В границах субрегионов выделены округа деградации, что позволило детализировать современное состояние территорий на уровне биоклиматических зон. Дальнейшая детализация информации достигалась на уровнях административных территориальных единиц – республик, краев, областей и районов.

### 7.1.2.1. География суммарного опустынивания

*Европейская часть АП РФ.* Данный субрегион (Восточно-Европейско-Прикаспийская провинция северной зональной катены опустынивания, по Б. В. Виноградову) является наиболее крупной (общая площадь 657,9 тыс км<sup>2</sup>) и самой опустыненной частью аридного пояса России, а также самой опустыненной территорией России и Европы. Здесь сосредоточено около 50 млн га сельскохозяйственных угодий 9 субъектов РФ со средневзвешенным средним суммарным индексом деградации 55,3 балла (табл. 7.2, рис. 7.3).

Таблица 7.2

#### Площадь и средневзвешенные средние ИД<sub>с</sub> сельхозугодий ЕЧ АП РФ

Административная, географическая единицы	Площадь угодий, тыс га		ИД <sub>с</sub>
	общая	опустыненная	
<i>1. Средне- и сильноаридные территории (NIA &gt; 0,60)</i>			
Республика Дагестан*	2476,0	2079,8	84,0
Республика Калмыкия	5421,4	4867,1	89,9
Астраханская обл.	3354,3	1740,9	51,9
Округ	11251,7	8687,8	77,2
<i>2. Умеренно аридные территории (NIA = 0,40-0,60)</i>			
Ставропольский край**	2688,8	1387,4	51,6
Ростовская обл.**	3631,2	2046,5	56,4
Волгоградская обл.	8660,6	3797,0	43,9
Саратовская обл.	8463,9	4845,1	57,2
Округ	23444,5	12076,0	51,5
<i>3. Слабо и периодически аридные территории (NIA = 0,20-0,40)</i>			
Ставропольский край***	2949,3	1542,7	52,3
Ростовская обл.***	4634,8	2557,4	55,2
Самарская обл.	3313,2	1027,1	31,0
Республика Татарстан	4324,2	1751,3	45,2
Округ	15221,5	6878,5	45,2
ЕЧ АП РФ	49917,7	27642,3	55,3

Здесь и далее: \*равнинные, \*\* восточные, \*\*\*западные районы.

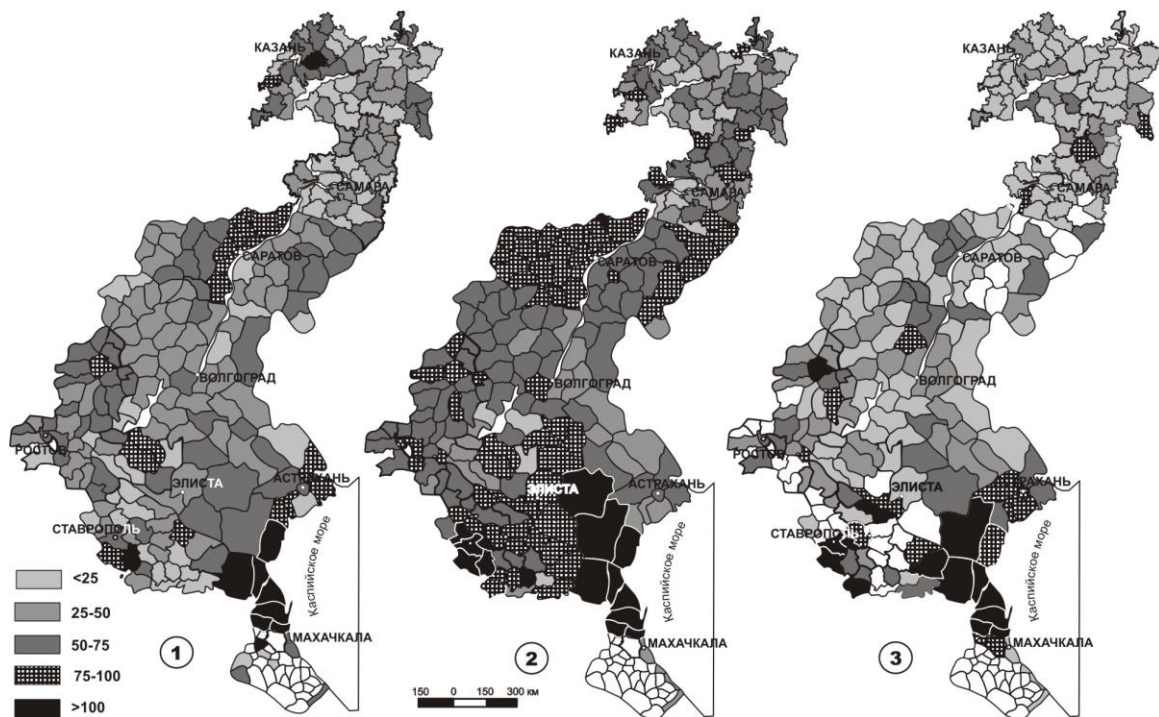


Рис. 7.3. Суммарные индексы деградации пашни (1), пастбищ (2) и сенокосов (3) в ЕЧ АП

В субрегионе выделены три округа деградации, соответствующие занимаемым ими биоклиматическим зонам: аридной (средне- и сильноаридной); семиаридной (умеренно аридной), сухой субгумидной (слабоаридной).

Первый – средне- и сильноаридный ( $NIA > 0,60$ ) – округ (179,0 тыс км<sup>2</sup>) включает в себя Республику Дагестан (равнинные районы и частично предгорья), Республику Калмыкия и Астраханскую обл. Это самая опустыненная местность в Европе. Здесь сосредоточены земли сильного и среднего природного и вторичного засоления, приуроченные к Прикаспийской низменности – равнинам с абсолютными отметками местности ниже 50 м, а также к берегам рек и водохранилищ, освоенным под орошение. Эрозией охвачены главным образом предгорья и горные районы Дагестана, а дефляцией – северо-запад Дагестана, юго-восточные районы Калмыкии и Астраханской обл. Средневзвешенные индексы деградации сельхозугодий в округе 73,5 балла: в Дагестане и Калмыкии 87,2-89,9 балла, а в Астраханской обл. всего лишь 51,9 балла, что объясняется огромной демпфирующей ролью Волго-Ахтубинской поймы, принимающей и гасящей избыточную антропогенную нагрузку с прилегающих земель области. В хрупких же районах-гигантах Дагестана (Ногайском, Тарумовском, Кизлярском, Бабаюртовском) и Калмыкии (Лаганском,

Черноземельском и Яшкульском) на площади около 3,2 млн га ИД<sub>c</sub> варьирует от 120 до 160 баллов, а на долю сильно и средне деградированных угодий приходится 46-69% затронутой опустыниванием территории. Здесь находится печально известная европейская пустыня, возникшая на месте черноземельско-кизлярского пастбищного массива.

Во второй – семиаридный (NIA = 0,40-0,60) – округ опустынивания (285,8 тыс км<sup>2</sup>) отнесены восточные районы Ставропольского края и Ростовской обл., Волгоградская и Саратовская обл. Здесь земли на склонах Ставропольской возвышенности, а также Медведицкой, Калачской и Донской гряд подвержены эрозии, а на аллювиальных равнинах и водораздельных плато – дефляции. Индекс суммарной деградации в округе 51,5 балла.

Третий округ (193,1 тыс км<sup>2</sup>) охватывает западные слабо аридные и сухие субгумидные (NIA = 0,20-0,40) территории Ставропольского края и Ростовской обл., Самарскую обл. и Республику Татарстан. Он характеризуется лучшей в сравнении с южными округами сохранностью земель на равнинах: ИД<sub>c</sub> сельхозугодий составляет 45,2 балла. В 15 административных районах Татарстана (1,9 млн га) ИД<sub>c</sub> сельхозугодий варьирует в пределах 0,5-23,5 балла при средневзвешенных его значениях 31,0 для Самарской обл. и 40,5 балла для Татарстана.

Рассматриваемый субрегион является зональной гигакатеной, пересекающей 1440 км АП РФ по меридиану от лесостепей (Татарстан) до северного предграничья пояса сухих субтропиков (Дагестан). Современное состояние земель на этой территории свидетельствует о снижении устойчивости экосистем к деградации по мере аридизации биоклимата. Меридиональный градиент ИД<sub>c</sub> сельскохозяйственных угодий в европейской части аридного пояса составляет 2 балла/100 км.

Площадь основных сельскохозяйственных угодий, подвергшихся в разной степени засолению, дефляции и эрозии, достигла 27,2 млн га. В южных республиках стали ограниченно пригодными для возделывания сельскохозяйственных культур 70-90 га из 100.

Азиатская часть АП РФ. Субширотная катена Западная Сибирь – Забайкалье рассматривается на материалах, полученных в трех субрегионах: 1 – Западная Сибирь (Алтайский край, Новосибирская обл.), 2 – юг Средней Сибири (Республики Хакасия и Тыва, 12 южных районов Красноярского края), 3 – Забайкалье (Республика Бурятия, Агинский Бурятский автономный округ и Читинская обл.). Катена пересекает территорию (1460 тыс км<sup>2</sup>) по 52° параллели, охватывая при этом все биоклиматические зоны АП.



В настоящем обобщении материалы, полученные в 8 административных территориях трех субрегионов – провинций, – ранжированы, как и в ЕЧ АП РФ, по биоклиматическим зонам. При этом дополнительно к аридной, семиаридной и сухой субгумидной введена собственно субгумидная зона с  $NIA < 0,20$ .

Территория характеризуется весьма неоднородным состоянием земель, отчетливо проявляющимся как на уровне субрегионов, так и в масштабах всей азиатской части аридного пояса (рис. 7.4).

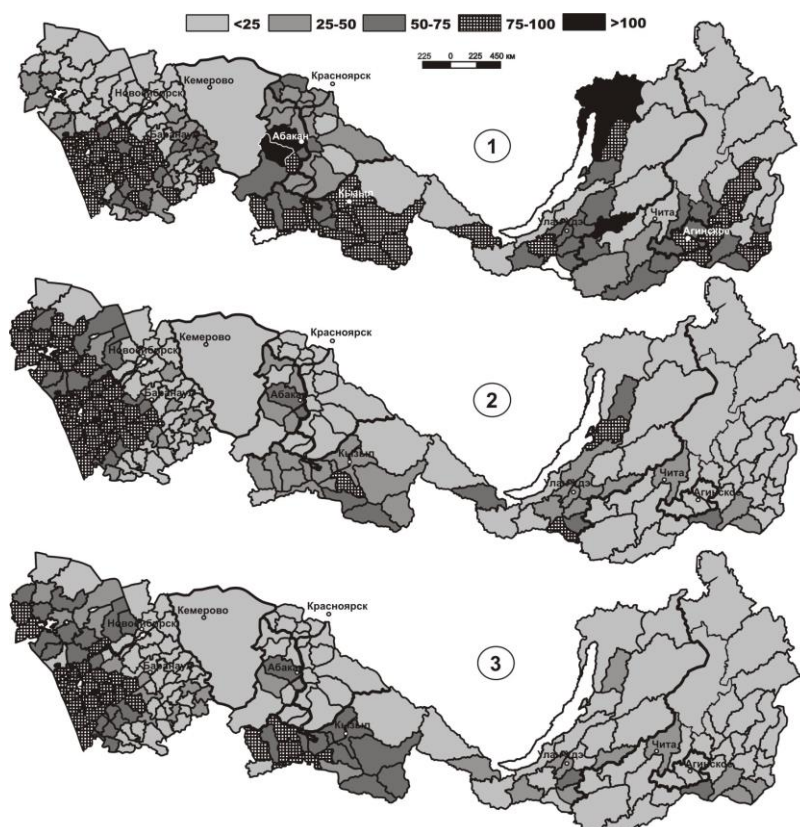


Рис. 7.4. Суммарные индексы деградации пашни (1), пастбищ (2) и сенокосов (3) в АЧ АП РФ

По мере гумидизации климата от средне и сильно аридного ( $NIA > 0,60$ ) к субгумидному ( $NIA < 0,20$ ) средневзвешенный средний индекс суммарной деградации в субъектах региона снижается более чем в 4 раза – с 75,6 до 17,0 баллов (табл. 7.3). Средний интразональный градиент  $ID_c$  при этом изменяется от 4,0 до 4,8 балла/100 км в Забайкальском субрегионе и от 10,6 до 17,1 балла/100 км в Западной Сибири.

Значительно разнятся показатели деградации угодий субъектов НПДБО и в пределах каждой биоклиматической зоны. Так, в первой группе территорий со средне- и сильноаридным биоклиматом крайние значения интегрального показателя состояния земель – суммарного ин-

Таблица 7.3

**Площадь и средневзвешенные средние индексы суммарного опустынивания сельхозугодий АЧ АП РФ**

Административная, географическая единицы	Площадь, тыс га		ИД <sub>c</sub>
	общая	опустыненная	
<i>1. Средне- и сильноаридные территории (NIA &gt; 0,60)</i>			
Алтайский край	2784,5	2728,8	98,4
Новосибирская об.	838,6	478,0	57,0
Республика Тыва	263,4	131,7	50,0
Республика Хакасия	471,7	252,8	53,6
Красноярский край*	664,9	207,4	31,2
Округ	5023,1	3798,7	75,6
<i>2. Умеренно аридные территории (NIA = 0,40-0,60)</i>			
Алтайский край	3258,2	2587,0	79,4
Новосибирская обл.	4604,5	1841,8	40,0
Республика Тыва	912,8	684,9	75,0
Республика Хакасия	209,8	106,9	51,0
Красноярский край	914,0	255,9	28,0
Республика Бурятия	772,2	550,1	59,6
Читинская обл.	1227,2	713,3	58,1
Округ	11898,7	6739,9	55,9
<i>3. Слабо и периодически аридные территории (NIA = 0,20-0,40)</i>			
Алтайский край	3288,2	1203,5	36,6
Новосибирская обл.	1692,3	154,0	9,1
Республика Тыва	1600,0	900,3	56,3
Республика Хакасия	745,6	584,0	78,3
Красноярский край	1000,0	221,6	22,2
Республика Бурятия	495,4	273,8	24,8
Читинская обл.	1977,5	518,9	26,2
Округ	10799,0	3856,1	34,3
<i>4. Субгумидные территории (NIA &gt; 0,20)</i>			
Алтайский край	1274,2	207,7	16,3
Новосибирская обл.	149,0	21,9	14,7
Республика Бурятия	185,8	108,7	15,7
Читинская обл.	415,1	86,4	20,8
Агинский Бурятский автономный округ	890,0	239,5	26,9
Округ	2914,3	664,2	22,8
АЧ АП РФ	32659,2	15058,9	46,1

\*Здесь и далее – южные районы.

декса деградации – различаются в 2-3 раза. В третьей группе субъектов территории, относящихся к слабо и периодически аридным, значения этого показателя различаются почти в 9 раз. Эта особенность является объективным свидетельством значительности вклада антропогенного фактора в развитие опустынивания сельхозугодий, например в годы



распашки целинных земель. В биоклиматически благоприятных зонах аридного пояса высокий ИД<sub>с</sub> – индикатор неадаптированности технологий аграрного природопользования.

Сопоставление и обобщение материалов по европейской и азиатской частям аридного пояса приводит к выводу о чрезвычайно высокой неоднородности агроэкологического состояния данных территорий. В одних и тех же биоклиматических зонах ИД<sub>с</sub> могут различаться в зависимости от антропогенной нагрузки в несколько десятков раз, что необходимо учитывать при проектировании и реализации мероприятий по борьбе с опустыниванием земель в аридном поясе РФ, в котором общая площадь деградированных земель составляет 42,4 млн га.

#### 7.1.2.2. География форм опустынивания

В соответствии с ранее приведенной схемой (7.3) формы опустынивания определяются комплексом природных и антропогенных факторов. Для аридных территорий особенно важными из числа природных факторов являются соотношение среднегодовых осадков с годовой эвапотранспирацией, гранулометрический состав почвогрунтов, рельеф местности. К важнейшим антропогенным факторам относятся характер и интенсивность аграрной деятельности. Сочетание этих факторов определило довольно четкую дифференциацию сельскохозяйственных угодий аридного пояса по основным формам опустынивания в пространственной динамике.

На долю земель, затронутых засолением, эрозией, дефляцией и дефляцией в сочетании с эрозией, приходится соответственно 31,3; 39,8; 26,8 и 2,1% сельхозугодий (табл. 7.4). В ЕЧ АП отмечается увеличение доли эродированных земель в угодьях до 49,6%, а в АЧ – примерно до такой же величины дефлированных. Имеются районы, не затронутые засолением (Агинский Бурятский автономный округ) и эрозией (Астраханская обл.), но нет недефлированных территорий.

*Европейская часть АП РФ.* В данном регионе дефляцией затронуто более 4 млн га сельхозугодий, что составляет 15,2% площади опустыненных земель. Крупный ареал современного опустынивания сформировался в начале 70-х годов на пастбищах Западного Прикаспия в Республике Калмыкия. В 1976-1986 гг. скорость дефляционного опустынивания там достигала 40-60 тыс га/год. В настоящее время лавинообразная деградация подавлена методами комплексной фитомелиорации, но влияние экологической катастрофы неблагоприятно отразилось на агроэкологии и социально-экономической сфере прилегающих мар-

Таблица 7.4

**Формы и площадь опустынивания сельхозугодий в аридном поясе, тыс га**

Административная, географическая единицы	Засоление	Эрозия	Дефляция	Дефляция и эрозия	Всего
<b>ЕЧ АП РФ:</b>					
Республика Дагестан	1652,8	144,3	282,7	-	2079,8
Республика Калмыкия	2648,7	428,7	1789,7	2,0	4867,1
Астраханская обл.	1012,4	0,7	361,8	-	1374,9
Ставропольский край	1268,1	895,3	629,5	137,2	2930,1
Ростовская обл.	332,6	3192,7	864,3	214,3	4603,9
Волгоградская обл.	1459,3	2249,0	88,7	-	3797,0
Саратовская обл.	722,1	3986,3	136,7	-	4845,1
Самарская обл.	102,6	898,8	25,7	-	1027,1
Республика Татарстан	26,4	1697,4	27,5	-	1751,3
ЕЧ АП РФ: тыс га	9225,0	13493,2	4146,6	351,5	27216,3
%	33,9	49,6	15,2	1,3	
<b>АЧ АП РФ:</b>					
Алтайский край	1292,5	1892,0	3542,5	-	6727,0
Новосибирская обл.	2122,5	186,1	278,2	-	2586,8
Республика Тува	178,5	42,5	1495,9	-	1716,9
Республика Хакасия	184,0	157,1	602,6	-	943,7
Красноярский край	18,1	153,7	513,1	-	684,9
Республика Бурятия	193,2	231,9	328,8	178,8	932,7
Читинская обл.	50,6	496,6	505,1	282,9	1335,2
Агинский Бурятский национальный округ	-	130,8	37,0	71,7	239,5
АЧ АП РФ: тыс га	4039,4	3290,7	7303,2	533,4	15166,7
%	26,8	21,8	47,8	3,5	
АП РФ: тыс га	13264,4	16783,9	11449,8	884,9	42383,0
%	31,3	39,8	26,8	2,1	

гинальных земель в полосе шириной 100-150 км. Сейчас в этом поясе (например, в Сальских степях) зарождается крупный массив деградации.

Эрозия – ведущая форма опустынивания, охватившая почти половину деградированных угодий ЕЧ АП. Географическое положение эродированных земель (рис. 7.5) определяется сочетанием форм рельефа, степени противоэрозионной стойкости почвогрунтов, а также суммой и характером выпадения атмосферных осадков, формой освоения земель и др. Индекс эродированности территории возрастает с увеличением суммы осадков по мере снижения аридности климата от умеренно аридного к слабоаридному. Это способствовало развитию эрозионных



Рис. 7.5. Индексы засоленности (1), дефлированности (2) и эродированности (3) сельскохозяйственных угодий ЕЧ АП РФ

процессов на угодьях, лежащих в третьей слабо и периодически аридной биоклиматической зоне, а также в западных районах второй умеренно аридной зоны. Здесь сосредоточилось около 13,5 млн га эродированных земель с крупными ареалами в северных районах Ростовской и в правобережной части Саратовской обл. Ареал эрозии с ИД<sub>с</sub> 25-50 баллов охватил почти все западные районы Волгоградской обл.

Ареал засоления совпадает с ареалом дефляции, в котором засолению подвергаются участки и массивы, не поддающиеся раздуванию (близкие ГВ, тяжелый гранулометрический состав почвогрунтов и др.). Площадь засоленных земель в европейской части аридного пояса 9,2 млн га. Большая часть из них сосредоточена на юге региона в границах Прикаспийской низменности (см. рис. 7.5, 1).

*Азиатская часть АП РФ.* Главная форма деградации сельхозугодий азиатской части аридного пояса – дефляция, способная поражать здесь почвенный покров практически во все сезоны года. В Западной Сибири ее макроареал охватывает юго-западные равнины – районы интенсивного освоения целинных земель.

Крупнейшей в АЧ АП ареной дефляции и областью эрозии является Алтайский край, где этими формами опустынивания затронуто 6,8 из 10,6 млн га сельскохозяйственных угодий. Доминирующая форма опустынивания в крае – дефляция, затронувшая более 3,5 млн

га угодий. Ареал ее проявления представлен единым обширным массивом (42 из 60 административных районов с площадью сельхозугодий 7,8 млн га), лежащим в самой аридной ( $NIA > 0,40-0,60$ ) части края. В ходе освоения целинных земель (1955-1965 гг.) почти вся эта территория была распахана и подверглась дефляции, на столетия утратив значительную часть потенциального плодородия. В Средней Сибири ей подвержены центральные, южные и юго-западные районы Тывы, Хакасии и юга Красноярского края. Забайкальский ареал дефляции занял юго-восточную часть Читинской обл. Всего же на долю дефлированных азиатских аридных субрегионов приходится 47,8% площади сельхозугодий.

Почти все (3,4 из 4,0 млн га) засоленные земли АЧ АП РФ лежат в границах Западной Сибири, главным образом в Новосибирской обл. (рис. 7.6, 1). Некоторая часть опустыненных земель приходится на засоленные угодья и в Бурятии. Нет засоленных угодий в Агинском Бурятском автономном округе.

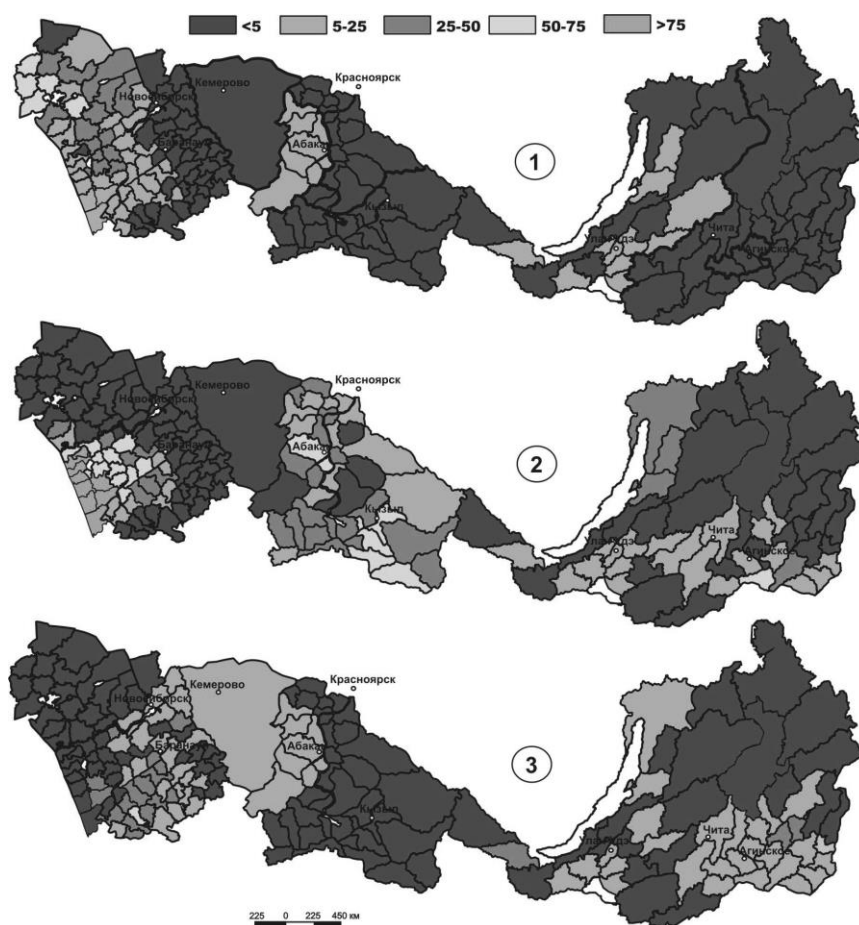


Рис. 7.6. Индексы засоленности (1), дефлированности (2) и эродированности (3) сельскохозяйственных угодий АЧ АП РФ

Эрозионные процессы, которыми охвачены 1,9 млн га угодий АЧ АП, в наибольшей степени развиты в юго-восточных районах Алтайского края и в центральных районах Читинской обл. (см. рис. 7.6, 3).

Территории, затронутые совместным проявлением дефляции и эрозии, имеют ограниченное распространение (3,5% от общей площади опустыненных угодий). Однако в Бурятии, Читинской обл. и Агинском Бурятском автономном округе на такие земли приходится 19,1; 21,2 и 29,9% опустыненных сельхозугодий.

### 7.1.3. Опустынивание основных видов сельскохозяйственных угодий

Основными видами сельхозугодий – пашней, пастбищами и сенокосами – в аридном поясе России на территории, охваченной НПДБО, занято 89,6 млн га, в том числе 51,2 млн га в европейской его части и 38,4 млн га в азиатской. Средний средневзвешенный суммарный индекс деградации всей площади сельхозугодий АП РФ равен 42,6 балла. Однако состояние каждого вида угодий, определяемое многими природными и антропогенными факторами, изменяется в обширном диапазоне, о чем свидетельствует значительное варьирование (от 5,1 до 116,2 балла) ИД<sub>с</sub> (табл. 7.5, см. рис. 7.5 и 7.6).

Таблица 7.5

**Средние средневзвешенные ИД<sub>с</sub> основных видов сельхозугодий, балл**

Административная единица	Пашня	Пастбища	Сенокосы
<i>Европейская часть АП РФ</i>			
Республика Дагестан	110,0	116,2	108,1
Республика Калмыкия	35,7	101,5	29,8
Астраханская обл.	46,0	37,2	45,8
Ставропольский край	38,1	87,5	83,9
Ростовская обл.	53,5	64,1	35,3
Волгоградская обл.	35,8	61,7	19,0
Саратовская обл.	55,5	77,2	22,2
Самарская обл.	26,3	58,6	26,2
Республика Татарстан	44,2	42,4	34,4
ЕЧ АП РФ	44,4	72,7	38,2
<i>Азиатская часть АП РФ</i>			
Алтайский край	71,8	51,0	40,5
Новосибирская обл.	21,7	58,1	47,3
Республика Тыва	90,5	43,8	59,5
Республика Хакасия	75,4	41,0	23,9
Юг Красноярского края	45,2	10,1	5,2
Республика Бурятия	65,6	36,0	25,1
Читинская обл. и Агинский Бурятский АО	62,7	20,0	18,0
АЧ АП РФ	39,8	38,2	39,8
АП РФ	42,6	55,3	40,4

### 7.1.3.1. Опустынивание пашни

Под пашню издавна и повсеместно выделяли самые лучшие по качеству и условиям обработки земли. Поэтому и в настоящее время интегральный показатель их деградации ИД<sub>с</sub> на преобладающей территории аридного пояса, как правило, характеризуется средними между пастбищами и сенокосами величинами (рис. 7.7). Порой, например в Новосибирской обл. и Ставропольском крае, этот показатель бывает ниже индексов других видов угодий, а в целом по аридному поясу России он равен 42,6 балла: 44,4 – в ЕЧ АП и 38,8 балла – в АЧ АП.

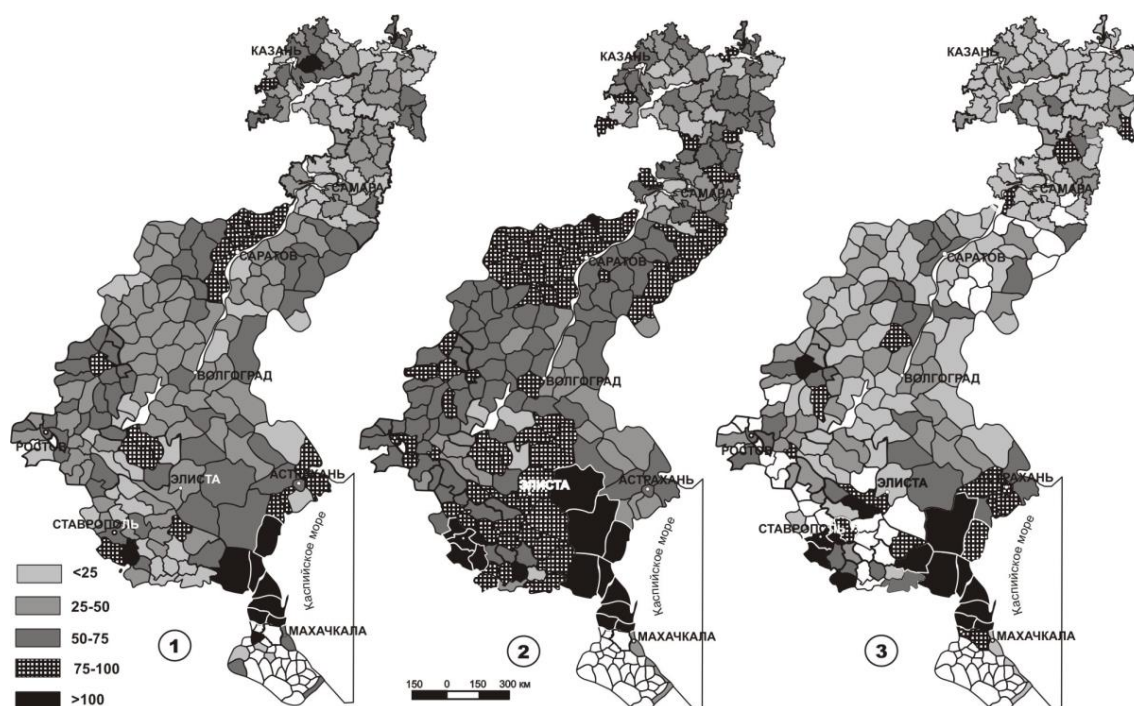


Рис. 7.7. Суммарные индексы деградации пашни (1), пастбищ (2) и сенокосов (3) в ЕЧ АП РФ

Суммарный индекс деградации пашни в значительной мере зависит от общего состояния сельскохозяйственных угодий: с увеличением ИД<sub>с</sub> угодий по мере усиления аридности биоклимата от северных к южным районам ЕЧ АП происходит устойчивое повышение ИД<sub>с</sub> пашни.

В ЕЧ АП РФ средние значения ИД<sub>с</sub> пашни изменяются в пределах от 15-75 (слабо и периодически аридные территории третьего округа деградации с NIA 0,20-0,40) до 25-115 баллов (средне- и сильноаридные районы первого округа деградации с NIA >0,60). В средне- и сильноаридной биоклиматических зонах пашня подвержена дефляции и засолению, в умеренно аридной страдает от дефляции и эрозии, а в слабо и периоди-

чески аридной – от эрозии. Площадь пашни, охваченной этими основными формами деградации, составляет 13,3 млн га: 69,8% земель приходится на долю эродированных, 18,2 засоленных, 10,1 дефлированных и 1,9% дефлированных и подверженных совместному проявлению дефляции и эрозии (табл. 7.6). Аномально обширное развитие эрозии отмечено в Саратовской, Самарской и Ростовской обл., где на долю эродированной приходится 72,6-89,4% деградированной пашни.

Таблица 7.6

**Формы и площадь деградации пашни, тыс га**

Административная, географическая единицы	Засоление	Эрозия	Дефляция	Дефляция + эрозия	Всего
<i>Европейская часть АП РФ</i>					
Республика Дагестан	291,1	35,4	69,6	-	396,1
Республика Калмыкия	203,3	100,3	23,5	-	327,1
Астраханская обл.	168,3	-	1,7	-	170,0
Ставропольский край	564,3	513,0	363,5	96,6	1537,4
Ростовская обл.	111,7	2217,6	725,7	151,5	3206,5
Волгоградская обл.	691,1	1350,5	46,9	-	2088,5
Саратовская обл.	323,3	2984,1	86,3	-	3393,7
Самарская обл.	57,2	657,5	20,6	-	735,3
Республика Татарстан	6,0	1397,5	4,2	-	1407,7
ЕЧ АП РФ: тыс га	2416,3	9255,9	1342,0	248,1	13262,3
%	18,2	69,8	10,1	1,9	100,0
<i>Азиатская часть АП РФ</i>					
Западная Сибирь	615,3	1718,1	3243,2	-	5576,6
Средняя Сибирь	69,2	244,7	1215,8	-	1529,7
Забайкалье	32,1	524,0	114,8	204,3	875,2
АЧ АП РФ: тыс га	716,6	2486,8	4573,8	204,3	7981,5
%	9,0	31,2	57,3	2,5	100,0
АП РФ: тыс га	3132,9	11742,7	5915,8	452,4	21243,8
%	14,7	55,4	27,8	2,1	100,0

В азиатской части аридного пояса ИД<sub>c</sub> пашни (42,6 балла) несколько ниже, чем в ЕЧ АП РФ (см. табл. 7.5) и существенно отличается соотношением форм опустынивания.

В опустыненных угодьях АЧ АП, как уже указывалось ранее (см. рис. 7.4), преобладают площади, подверженные дефляции. На долю дефлированных приходится более 60% деградированной пашни региона. Особенно велика доля дефлированных земель в опустыненной пашне Республики Тыва, Алтайского края, Республики Хакасия, где она дости-

гает соответственно 90,5; 78,0; 75,4 балла, а также в юго-восточных умеренно аридных районах Забайкалья с ИД<sub>д</sub> от 55 до 65 баллов.

#### 7.1.3.2. Опустынивание пастбищ

Под пастбища отводят обычно самые бесплодные "хрупкие" территории с исходно эдафически неполноценными почвами, поэтому они занимают самые засоленные, дефлированные и эродированные земли. В особенности эта тенденция характерна для европейской части аридного пояса, где средние показатели ИД<sub>с</sub> пашни и сенокосов равны 44,4 и 38,2 балла, а на пастбищах значение этого показателя достигает 72,7 балла при варьировании от 37,2 до 116,2 балла. Опустыненные пастбища ЕЧ АП в большей мере страдают от засоления и эрозии. Этими формами деградации затронуты в различной степени 78,5% угодий. Почти все легкодоступные и обеспеченные водопоями пастбища относятся к категории средне- и сильнодеградированных. На таких пастбищных массивах одновременно идут несколько процессов. Например, в ходе дефляции и/или эрозии сдувается или смывается верхний слой почвогрунта, приближаются или даже выходят на поверхность солонцовые, солевые, каменистые и другие биологически индифферентные горизонты, обнажается капиллярная кайма ГВ, в результате чего возрастают не только дефлированность, но и солонцовость, засоленность, каменистость, усиливаются прочие неблагоприятные свойства земель, деградирует растительный покров.

В азиатской части аридного пояса преобладающая часть деградированных пастбищ (72,4%) пострадала от дефляции и засоления. Границы массивов таких пастбищ совпадают с границами выделенных ареалов дефляции и засоления сельскохозяйственных угодий (табл. 7.7, см. рис. 7.3 и 7.4). Массивы засоленных пастбищ сосредоточены в восточных районах Новосибирской обл. и Алтайского края. Пастбища, подвергшиеся дефляции, лежат в юго-восточных и южных районах Алтайского края и Республики Тыва.

В последние 5-10 лет почти повсеместно в аридном поясе РФ резко сократилось поголовье скота на пастбищах, что благоприятно отразилось на их состоянии. Вместе с тем создались условия для временного вывода части пастбищных земель в фитомелиоративный фонд для коренного их улучшения и лесомелиоративной трансформации в лесопастбищные ландшафты. Площадь пастбищных угодий, нуждающихся в лесомелиоративном обустройстве и комплексной фитомелиорации, составляет в аридном поясе 18,4 млн га.



Таблица 7.7

## Площадь и формы опустынивания пастбищ, тыс га

Административная, географическая единицы	Засоление	Эрозия	Дефляция	Дефляция + эрозия	Всего
<i>Европейская часть АП РФ</i>					
Республика Дагестан	1303,1	107,5	203,5	-	1614,1
Республика Калмыкия	2377,2	326,9	1758,4	-	4462,5
Астраханская обл.	664,6	0,7	300,1	-	965,4
Ставропольский край	663,1	362,8	262,6	39,9	1328,4
Ростовская обл.	178,6	954,5	132,7	62,6	1328,4
Волгоградская обл.	700,7	895,4	41,6	-	1637,7
Саратовская обл.	387,8	993,9	48,9	-	1430,6
Самарская обл.	38,4	238,4	5,0	-	281,8
Республика Татарстан	14,0	286,7	20,3	-	321,0
ЕЧ АП РФ: тыс га	6327,5	4166,8	2773,1	102,5	13369,9
%	47,3	31,2	20,7	0,8	100,0
<i>Азиатская часть АП РФ</i>					
Западная Сибирь	1715,9	247,8	344,3	-	2308,0
Средняя Сибирь	271,6	99,0	1368,6	-	1739,2
Забайкалье	116,4	260,3	416,8	212,4	1005,9
АЧ АП РФ: тыс га	2103,9	607,1	2129,7	212,4	5053,1
%	42,2	12,2	41,3	2,7	100,0
АП РФ: тыс га	8431,4	4773,9	4902,8	314,9	18423,0
%	45,8	25,9	26,6	1,7	100,0

## 7.1.3.3. Опустынивание сенокосов

Сенокосы менее других угодий пострадали от опустынивания (табл. 7.8). В категорию деградированных вошли около 0,6 млн га с ИД<sub>с</sub> 19,0-108,1 балла в ЕЧ АП и 2,1 млн га с ИД<sub>с</sub> 5,2-59,5 балла в АЧ АП. Средний средневзвешенный суммарный индекс их опустынивания по аридному поясу РФ составляет 40,4 балла. Однако качество сенокосов в ряде районов Северо-Западного Прикаспия (республики Дагестан, Калмыкия и юго-восточная часть Ставропольского края), Западной Сибири (юго-восточная часть Новосибирской обл.), Средней Сибири (южная часть Республики Тыва) на общей площади около 1,6 млн га очень низкое главным образом из-за засоления и дефляции. В целом же в аридном поясе РФ в коренной и поверхностной мелиорации нуждаются 2,7 млн га сенокосных угодий.

Таблица 7.8

**Формы и площадь опустынивания сенокосов, тыс га**

Административная, географическая единицы	Засоление	Эрозия	Дефляция	Дефляция + эрозия	Всего
<i>Европейская часть АП РФ</i>					
Республика Дагестан	58,6	1,4	9,6	-	69,6
Республика Калмыкия	68,2	1,5	7,8	-	77,5
Астраханская обл.	179,5	-	-	-	179,5
Ставропольский край	40,7	19,5	3,4	-	63,6
Ростовская обл.	42,3	20,6	5,9	0,2	69,0
Волгоградская обл.	66,5	3,1	0,2	0,7	70,5
Саратовская обл.	11,0	8,3	1,5	-	20,8
Самарская обл.	7,0	2,9	0,1	0	10,0
Республика Татарстан	6,4	13,2	3,0	-	22,6
ЕЧ АП РФ: тыс га	480,2	70,5	31,5	0,9	583,1
%	82,4	12,1	5,4	0,1	100,0
<i>Азиатская часть АП РФ</i>					
Западная Сибирь	1083,8	112,2	233,2	-	1429,2
Средняя Сибирь	39,8	9,6	27,2	-	76,6
Забайкалье	95,3	75,0	339,3	116,7	626,3
АЧ АП РФ: тыс га	1218,9	160,8	599,7	116,7	2096,1
%	58,1	7,7	28,6	5,6	100,0
АП РФ: тыс га	1699,1	231,3	631,2	117,6	2679,2
%	63,4	8,6	23,6	4,4	100,0

**7.1.4. Динамика опустынивания**

Аридный пояс Евразии – территория, периодически охватываемая опустыниванием. В пору кочевого скотоводства она страдала от пастбищной деградации с периодичностью 100-200 лет. По мере развития земледелия частота вспышек опустынивания увеличивалась и стала отчетливо коррелировать с периодами солнечной активности (климато-генное опустынивание) и этапами социально-экономического развития общества (антропогенное опустынивание). Две последние интенсивные обширные вспышки деградации аридных территорий произошли с интервалом в четверть века. Первую вспышку детонировали широкома- штабные работы, связанные с распашкой целинных земель в 50-60-х го- дах, а вторую – комплекс неадаптированных действий по интенсифика- ции аграрного производства в 70-80-х годах минувшего столетия.

Подъем целины сопровождался дефляцией массивов свежераспа- ханных пастбищ и залежи, а также совместным проявлением дефляции

и эрозии перенаселенных животными уцелевших от распашки пастбищных угодий, охвативших преимущественно Западную и Среднюю Сибирь, а также часть районов Прикаспия и Северного Кавказа. Среднегодовой прирост деградированных земель ("дезертизация") в различных регионах составлял от 0,5 до 1,5% площади освоенных территорий.

Последняя вспышка деградации сельхозугодий развивалась главным образом в очагах древнего и предшествовавшего опустынивания. Особенно интенсивной она оказалась в первом средне- и сильноаридном ( $NIA > 0,60$ ) округе ЕЧ АП – в Прикаспии. В эпицентре опустынивания – на Черных землях в Республике Калмыкия – прирост опустыненных в форме дефляции территорий в 1977-1987 гг. достигал 4-8%. Примерно в этот же период происходило интенсивное ирригационное засоление в 6 равнинных районах Республики Дагестан, где за 10 лет площадь засоленных земель увеличилась на 3-10%.

Во втором семиаридном ( $NIA = 0,40-0,60$ ) округе опустынивания динамичная деградация сельскохозяйственных угодий в форме дефляции и эрозии происходила до 1990 г. В 1980-1985 гг. в Волгоградской обл. ежегодный прирост деградированной пашни достигал 1,5%, а пастбищ и сенокосов 2,4 и 2,0%.

Аналогичный ход процессов деградации сельхозугодий отмечен и в третьем слабо аридном ( $NIA = 0,20-0,40$ ) округе опустынивания. В 1985-1990 гг., в период расцвета идей "интенсивных" ресурсозатратных схем аграрного природопользования ежегодный прирост эродированных земель в Самарской обл. и Республике Татарстан составлял 1,0-1,5%.

В АЧ аридного пояса отмечается значительное территориальное варьирование динамичности процессов деградации сельхозугодий.

Относительно равнинная Новосибирская обл., в которой основная площадь сельскохозяйственных угодий размещена в субгумидной, сухой субгумидной и умеренно аридной биоклиматических зонах ( $NIA < 0,20-0,40$ ), характеризуется довольно "вялым" динамизмом, проявляющимся в форме увеличения степени деградированности угодий в границах существующих очагов опустынивания (дезертфикации). Так, в 1993-1995 гг. на 24 тыс га увеличилась площадь сильно засоленной и на 5,8 сильно эродированной пашни. За этот же срок перешли из категории средне в категорию сильно опустыненных 160,1 тыс га засоленных и 2,0 тыс га дефлированных пастбищ. Таковую же эволюцию претерпели 97,8 тыс га засоленных сенокосов.

В Алтайском крае опустынивание земель имеет выраженную пространственно-временную динамику. Распашка целины создала здесь

условия для лавинообразного развития дефляции. И сейчас, несмотря на наличие 1,2 млн га ЗЛН, а также 4 млн га природных лесов, примыкающих к сельхозугодьям или вписанных в них, земли продолжают хронически деградировать из-за недостаточной адаптированности агротехнологии и схем ведения сельского хозяйства к лимитирующим эдафическим и агроклиматическим факторам.

В сухой субгумидной и слабо аридной биоклиматической зонах темп дезертизации всех сельхозугодий за период 1986-1996 гг. составил 0,8% в год. В умеренно аридной и средне аридной зонах этот показатель превышал 5% в год.

В отличие от субрегионов европейской части аридного пояса в Средней Сибири дезертизация сельхозугодий не прекращалась до 1995 г. В 1985-1995 гг. ее темпы на пашне Республики Хакасия нарастали от 0,7 до 1,4% в год, а на пастбищах и сенокосах от 0,2 до 3,4% и от 0,2 до 1,9% в год. В Забайкалье темпы прироста сельхозугодий, охваченных дефляцией и эрозией, в 1980-1990 гг. достигали 3-4% в год. На пастбищах средний показатель дезертизации равен 0,6% в год: в восточных районах Республики Бурятия и Читинской обл. он достигает 1,2%, а на сенокосах составляет 0,25% в год.

#### 7.1.5. Последствия опустынивания

Интегральным индикатором последствий опустынивания служит изменение показателей жизненного уровня населения, живущего в затронутой деградацией местности. Наиболее важным фактором, определяющим этот уровень, является продуктивность сельскохозяйственных угодий. Поэтому оценке снижения продуктивности угодий из-за опустынивания в НПДБО уделяется особое внимание.

Исследования, выполненные ВНИАЛМИ, позволяют оценить потери годичной продуктивности (ППП) основных видов сельхозугодий, связанные с их деградацией, по формуле, выведенной В. И. Петровым (1999):

$$\text{ППП} = \text{Б} \cdot \text{И}_{\text{co}} \cdot 0,5 \cdot \text{П}, \text{ ц к. е.}, \quad (7.5)$$

где Б – бонитет сельхозугодья;  $\text{И}_{\text{co}}$  – индекс степени опустынивания (0,05; 0,30 и 0,70 для слабой, средней и сильной степени соответственно); 0,5 – пересчетный коэффициент; П – площадь угодья, га.

Использованный метод позволил оценить приблизительно ППП аридного пояса РФ, его европейской и азиатской частей, субрегионов, республик, краев, областей и каждого из 450 входящих в АП административных районов. Полученная информация обобщена в табл. 7.9.

Таблица 7.9

**Потери годичной продуктивности сельхозугодий  
в результате опустынивания, тыс ц к. е.**

Административная, географическая единицы	Пашня	Пастбища	Сенокосы	Всего	ППП, ц к.е./га
<i>Европейская часть АП РФ</i>					
Республика Дагестан	2068	3285	92	5445	2,6
Республика Калмыкия	1079	2064	6,8	3211	0,6
Астраханская обл.	384	1149	513	2046	1,6
Ставропольский край	4586	1385	101	6072	2,1
Ростовская обл.	7719	1138	64	8921	1,9
Волгоградская обл.	3443	1471	130	5044	1,3
Саратовская обл.	3426	817	24	4267	0,9
Самарская обл.	1235	225	11	1471	1,4
Республика Татарстан	2220	346	64	2630	1,4
ЕЧ АП РФ: тыс га	26160	11880	1067	39107	1,4
%	66,9	30,4	2,7	100,0	-
<i>Азиатская часть АП РФ</i>					
Западная Сибирь	6441	1799	1301	9541	1,0
Средняя Сибирь	12525	649	121	13295	4,0
Забайкалье	7064	402	1565	9031	3,6
АЧ АП РФ: тыс га	26030	2850	29987	31867	2,1
%	81,7	8,9	9,4	100,0	-
АП РФ: тыс га	52190	14730	4054	70974	1,7
%	73,5	20,8	5,7	100,0	-

Потери годичной продуктивности всеми деградированными угодьями аридного пояса РФ составляют около 71 млн ц в зерновом эквиваленте, что соответствует среднегодовому урожаю сельскохозяйственной продукции, получаемой с угодий двух-трех областей. На европейскую часть аридного пояса приходится 39,1 млн ц к. е. (55% суммы ППП АП РФ), а на азиатскую – 39,1 млн ц к. е.

Показатель ППП, зависящий главным образом от сочетания видов деградированных угодий, их исходной продуктивности, а также площади и степени деградированности земель, заметно увеличивается от европейской части АП, где он варьирует в диапазоне 0,6-2,6 ц к. е./га, составляя в среднем 1,4 ц/га, к азиатской с ППП в пределах 1,0-4,0 ц к. е. при среднем значении 1,7 ц к. е./га.

Процессами деградации, произошедшими в разное время при различной степени проявления в форме дефляции, засоления и эрозии, в аридном поясе РФ охвачены 21,2 млн га пашни, 18,4 млн га

пастбищ и 2,7 млн га сенокосов. Последствием опустынивания явилось падение продуктивности угодий и снижение социально-экономического потенциала аридных территорий России (табл. 7.10), особенно остро отразившееся на ЕЧ АП.

Таблица 7.10

**Эколого-социальные аспекты опустынивания АП РФ**

Показатель	ЕЧ АП РФ	АЧ АП РФ	АП РФ
Опустынивание на 1996-1999 гг. площади сельхозугодий:*			
тыс га	27216,3	15166,7	42383,0
%	64,2	35,8	100,0
В том числе, тыс га:			
от засоления	9225,0	4039,4	13264,4
от эрозии	13493,2	3290,7	16783,9
от дефляции	4146,6	7303,2	11449,8
от дефляции в сочетании с эрозией	351,5	533,4	884,9
Площадь потенциального опустынивания, тыс га**	24823,2	12209,4	37032,6
Сельское население, тыс чел	3798,8	4381,5	8180,3
Приходится на одного сельского жителя:			
общей площади сельхозугодий, га	13,1	7,4	10,1
плодоценных земель, га***	6,0	4,0	4,9
потерь годичной продуктивности, ц к. е.	10,3	7,3	8,7

\*пашни, пастбищ и сенокосов; \*\*площадь дефляционно- и эрозионно-опасных земель; \*\*\*разность между общей и опустыненной площадью угодий.

В настоящее время, помимо уже деградированных 42,3 млн га сельхозугодий, выявилось 24,8 млн га площадей потенциального опустынивания, главным образом в форме дефляции и эрозии, способных быстро деградировать при неадекватном природопользовании по ресурсозатратному и ресурсоразрушающему сценариям.

Особенно наглядно негативные последствия опустынивания иллюстрируют данные географии площадей плодородных земель и показателей ППП. В европейской части аридного пояса только 6,0 га из 13,1 приходящихся на сельского жителя угодий (45,8%) могут считаться плодородными, а потери годичной продуктивности на этих землях из-за опустынивания достигают 10,3 ц к. е.

Социально-демографическая опасность опустынивания южных густонаселенных районов РФ заключается в том, что снижение агро-ресурсного потенциала аридного пояса на неопределенно долгое вре-

мя лишает сельское население огромной территории значительной части средств существования. Последствия этого явления будут негативно отражаться на судьбах населения в нескольких поколениях.

#### 7.1.6. Текущие действия по борьбе с опустыниванием

Наиболее активные действия в области теории и практики борьбы с опустыниванием в РФ велись организациями, предприятиями и учреждениями РАН, РАСХН, департамента мелиорации Минсельхозпрода РФ, Госкомэкологии РФ, Роскомзема, Госкомлеса и некоторых других ведомств. Однако до последнего времени системного организационно-методологического базиса, определяющего действия по профилактике опустынивания и ликвидации его в аридных регионах не имелось. Поэтому эти действия были недостаточно скоординированы и неадекватны глубине проблемы и степени ее актуальности в разнообразных и динамичных условиях аридного пояса России.

В 1995 г. под эгидой ЮНЕП была разработана первая в РФ Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) в Калмыкии, в 1999 г. – Субрегиональная программа действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) для юго-востока ЕЧ РФ, а в 2000 г. составлена серия субрегиональных НПДБО: для юго-востока европейской части РФ; Западной Сибири (юг Кулунды Алтайского края, Новосибирская обл.); Северного Кавказа (Ростовская обл., Ставропольский край) и юга Средней Сибири (Республика Бурятия, Агинский Бурятский автономный округ и Читинская обл.).

В настоящее время вполне реальная деятельность по борьбе с опустыниванием и его последствиями в стране ведется только на юге ЕЧ РФ. Здесь успешно реализована основная часть Генеральной схемы борьбы с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ. В ходе этой работы создана и успешно функционирует научно-производственная система, включающая научный совет РАСХН по агроэкологическим проблемам Прикаспия, ВНИАЛМИ, ЮжНИИгипрозем, Минэкологии Республики Калмыкия, Прикаспийский институт биологических ресурсов, Дирекцию "Агролесомелиострой" с активно действующим научно-техническим советом. К настоящему времени полностью подавлены процессы опустынивания в Кумско-Волжском и Терско-Кумском междуречьях Прикаспия. Здесь на месте дефлированных и засоленных пустынь сформировано более 500 тыс га адаптивных лесопастбищных, агролесопастбищных и других продуктивных, устойчивых к деградации лесоаграрных ландшафтов (рис. 7.8).



Рис. 7.8. Опустыненные территории Прикаспия (1) и многоярусные лесопастбища (2), созданные на них по технологиям ВНИАЛМИ

Ведется подготовка и разработка Генеральной схемы борьбы с опустыниванием маргинальных земель, охватывающей более 10 млн га сельхозугодий на юге ЕЧ РФ (Дагестан, Калмыкия, Ставропольский край, Астраханская, Волгоградская и Ростовская обл.).

В других регионах аридного пояса из-за недостаточного финансирования или полного его отсутствия деятельность по борьбе с опустыниванием имеет фрагментарный характер и сосредоточена преимущественно на разработке субрегиональных нормативных документов и локальных проектов.

Для северных территорий ЕЧ АП учеными Самарского НИИСХ и Поволжской АГЛОС ВНИАЛМИ разработана "Концепция развития адаптивно-ландшафтной системы земледелия Самарской области". В Республике Татарстан утверждена комплексная программа "Охрана и восстановление природных ресурсов в сельскохозяйственном комплексе Республики Татарстан", а также "Комплексная программа повышения плодородия почв и защиты их от эрозии в Республике Татарстан на 1997-2005 годы".

Среди мероприятий, разрабатываемых и реализуемых в рамках программы борьбы с опустыниванием в АЧ АП, следует отметить деятельность Алтайского краевого комитета по охране природы, Института водных и экологических проблем СО РАН, направленную на восстановление деградированных земель и трансформацию хрупких сельскохозяйственных угодий. Сибирским отделением РАСХН разработаны методы и системы показателей, определяющих приоритеты территориальной структурной экономической политики в Западной Сибири. Организован экологический мониторинг территории с использованием спутниковой информации.

К числу наиболее важных аспектов деятельности по борьбе с



опустыниванием Средней Сибири относится "Комплексная программа воспроизводства плодородия почв Республики Хакасия на период 2001-2005 гг., освоение которой внесло реальный вклад в охрану и восстановление земельных ресурсов республики и региона. В данном субрегионе недостаточно ПЗЛП, которые весьма эффективны в защите сельхозугодий от дефляции, однако работы по их созданию практически прекращены из-за отсутствия финансирования.

Таким образом, проблема борьбы с опустыниванием приобретает актуальность в аридном поясе РФ, где НПДБО для юго-востока европейской части РФ (Волгоград, 1999) оказалась востребованной на этапах завершения фитомелиоративных работ по Генеральной схеме борьбы с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ и послужила началом разработки Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием в маргинальном поясе Черных земель и Кизлярских пастбищ. В связи с этим ведется подготовка сборника рекомендаций по борьбе с опустыниванием аридных территорий с детально проработанной концептуально-нормативной базой, адаптированной к современному разнообразию природных, социально-экономических и других условий субрегионов аридного пояса РФ.

## **7.2. Природные свойства песков**

В практике лесного и сельского хозяйства к пескам относят географически обособленные ландшафтные комплексы с легкими песчаными и частично супесчаными почвами и локальными участками разбитых лишенных растительности подвижных барханных песков – очагов дефляции. Такие комплексы часто именуются песчаными землями, аренами или песчаными массивами. Общая площадь песчаных земель в СНГ 240 млн га, большая их часть расположена в гумидных, в том числе и полярных, областях и занята болотами и сосновыми лесами. Это северная часть Западно-Сибирской равнины, Волго-Вятский регион, Карелия, Прибалтика, белорусское и украинское Полесье. В РФ песчаных земель 129 млн га.

В степной, полупустынной и пустынной зонах СНГ площадь песков составляет 83 млн га. Наиболее представительны из них Нижнеднепровские (0,2 млн га) (рис. 7.9), Придонские (1,0), Приволжские (0,2), Терско-Кумские (0,8), Дагестанские (0,05), Калмыцкие (1,0) и Волго-Уральские (4,0, в том числе Астраханские 1,0). В азиатской части лежат Урало-Эмбенские пески (1,5 млн га), пески Западного Туркмени-

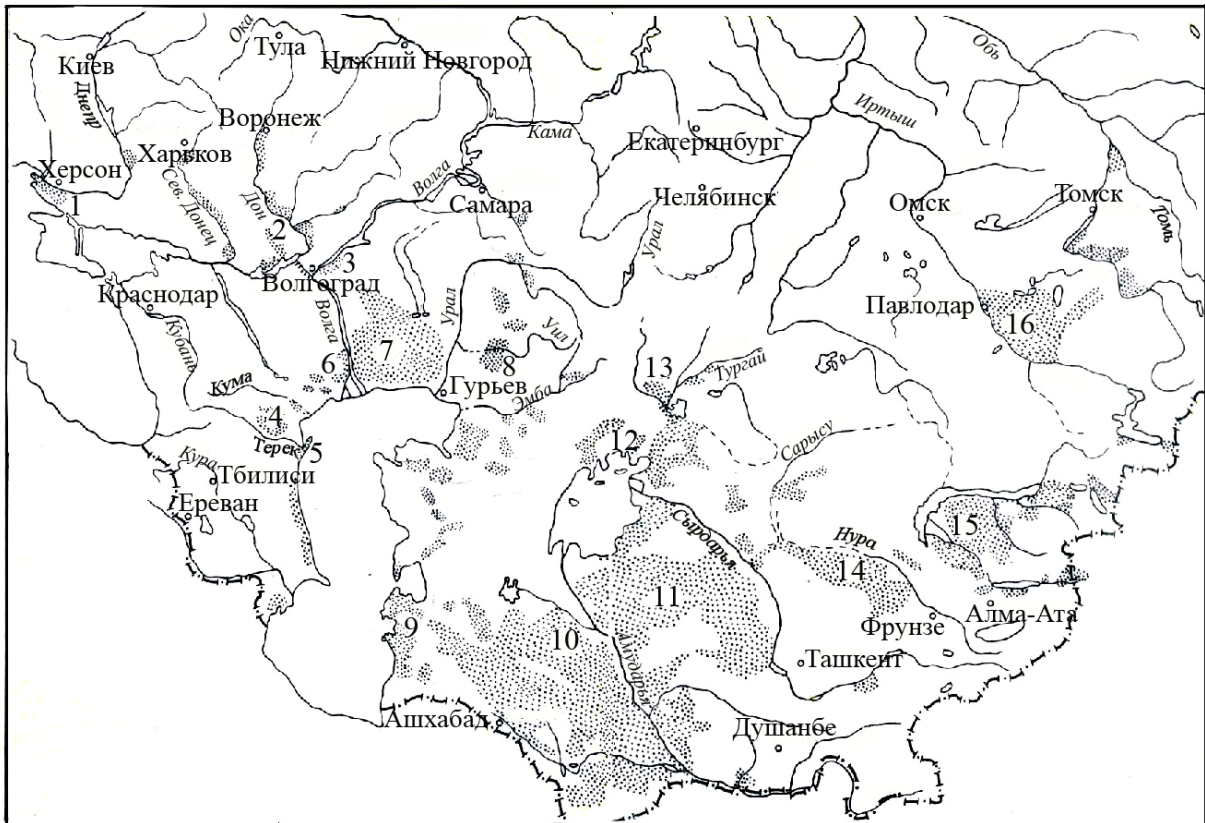


Рис. 7.9. Карта-схема расположения основных песчаных массивов в аридной зоне СНГ:

1 – Нижнеднепровские, 2 – Придонские, 3 – Приволжские, 4 – Терско-Кумские, 5 – Дагестанские, 6 – Калмыцкие, 7 – Волго-Уральские, 8 – Урало-Эмбенские пески, 9 – пески западного Туркменистана, 10 – Каракумы, 11 - Кызылкумы, 12 – Большие и Малые Барсуки, 13 – пески Тургайского прогиба, 14 – Мойынкум, 15 – Прибалхашские, 16 – Прииртышские пески

стана (3,0), Каракумы (22,0), Кызылкумы (25,0). Севернее Аральского моря расположены пески Большие и Малые Барсуки (1,3 млн га), а еще севернее по Тургайскому прогибу – островные боры Наурзум, Терсек, Аман-Карагай. Далее на Восток последовательно залегают песчаные пустыни Мойынкум (5,0 млн га), Прибалхашские пески (7,0) и завершают пустынную зону Прииртышские пески (4,0), являющиеся дельтовыми выносами протоков Оби. Здесь размещаются ленточные боры Алтайского края (1,0). На юге Восточной Сибири в долинах рек Красноярского края, Хакасии, Бурятии и Читинской обл. расположены песчаные земли на общей площади 0,3 млн га. Это в основном террасовые пески с бугристым рельефом. В большинстве своем они используются как пастбища, а в северных районах распахиваются. Сильному развеванию подвергаются борта долин, где широко представлены барханы высотой 8-15 м, а также барханные цепи, бугры, котловины и кучевые пески.

Песчаные земли аридной зоны в большинстве своем представлены бугристыми песками, заросшими травянистой растительностью и используемые как пастбищные угодья. Среди бугристых песков в местах водопоя, вокруг животноводческих ферм, на распашках формируются очаги барханных песков. Площадь их на территории песчаных земель достигает 3-5% (на Дону, в пустынях Средней Азии) и 12-15% (в Астраханской обл., Калмыкии). Однако это соотношение существенно изменяется во времени вследствие взаимодействия климатических и антропогенных факторов.

В аридном поясе мира песчаные пустыни являются неотъемлемым элементом земельной территории того или иного континента. В Центральной Азии в Таримской впадине на площади 271 тыс км<sup>2</sup> расположена одна из крупнейших пустынь мира Такла-Макан с годовым количеством осадков 40-80 мм, где гряды и барханы достигают высоты 50 м. Жизненность этой пустыни обеспечивают воды поверхностного стока с прилегающих горных областей. Вторая азиатская пустыня Тар расположена в Индостане на площади 300 тыс км<sup>2</sup>. Барханных песков сравнительно немного, высота их 10-15 м. Сумма осадков 100-200 мм, вследствие чего в пустыне развит редкий травостой с кустарниками (джузгун, лептадения и др.). На Аравийском полуострове расположена крупнейшая песчаная пустыня мира Руб-эль-Хали. С севера к ней примыкают пустыни Большой и Малый Нефуд (в пер. с араб. – большая площадь барханных песков). Общая территория пустыни занимает 500 тыс км<sup>2</sup>. Из-за малого количества осадков (20-50 мм) растительность чрезвычайно скудная. Развита барханные пески. На Ближнем Востоке, в Израиле, имеется небольшая песчаная пустыня Негев. В значительной степени ее территория вовлечена в хозяйственный оборот в основном на базе капельного орошения. Африканский континент имеет несколько пустынь, среди которых наиболее крупная Сахара (7 млн км<sup>2</sup>). Эта пустыня комплексная (каменистая, глинистая, песчаная). Имеются сухие долины (вади), свидетельствующие о развитости эрозионных процессов в прошлом. Песчаные территории (эрги) представлены довольно высокими до 300 м пирамидальными дюнами-хурдами. Из-за малого количества осадков (20-40 мм, местами еще меньше), растительность изреженная. Однако территория обжита. Бедуины и другие народы пасут здесь скот, а в оазисах на подземных водах выращивают финиковые пальмы и другие культуры.

В Южной Африке имеется довольно своеобразная пустыня Намиб. Она расположена на западном побережье континента и зани-

мает площадь порядка 45 тыс км<sup>2</sup>. Ее особенность в том, что в пустыне практически нет дождей. Однако вследствие протекающего холодного морского течения почти ежедневно на побережье возникают туманы. Ветром они пригоняются на материк. Вода туманов оседает на песчаной поверхности и обеспечивает существование растений и животных.

На американских континентах песчаных пустынь немного. В Северной Америке в Долине Смерти лежит пустыня Мохаве (30 тыс км<sup>2</sup>) и здесь же, в западной части континента, расположена пустыня Сонора (355 тыс км<sup>2</sup>). Величина годовых осадков достигает 200-250 мм, вследствие чего пески в весенний период покрываются обильными цветами. Значительные площади этих песков вовлечены в хозяйственный оборот с использованием орошения. В Южной Америке также в западной части континента по побережью Тихого океана лежит пустыня Атакама. Климат экстрааридный, дождей практически нет. Однако очень часто формируются туманы из-за холодного морского течения, протекающего вдоль побережья. Туманы дают влагу растениям и животным. Местное население ставит нейлоновые сети и собирает воду из туманов для хозяйственных нужд и полива небольших виноградников и огородов.

Австралия – это пустынный континент. Благоприятные условия складываются только на океанических побережьях. В Центральной части континента расположена Большая песчаная пустыня (360 тыс км<sup>2</sup>), Большая пустыня Виктория (350), пустыня Гибсона (240) и др. Для пустынь характерен грядовый рельеф. Барханные пески встречаются редко. Это связано с малой нагрузкой скотом. Обычно на одну голову овцы приходится 15-18 га пастбищ. Эдификаторами в песчаных пустынях Австралии являются жесткие ксерофитные злаки – спинифексы и краталарии. На выходах глинистых отложений встречаются низкорослая акация и эвкалипты.

Первое массовое разбивание практически всех арен аридной зоны СНГ произошло в эпоху бронзы 2-3 тыс лет тому назад, когда номады мигрировали из восточных районов Азии на запад в основном из-за ухудшения климатических условий. Погребенные почвы того периода фиксируются от Хакасии до Придонья. Вторичное разбивание песков произошло в период монгольских нашествий и расцвета Золотоордынского ханства (1300-1400 гг. н.э.). Третий период связан с активизацией торгового капитала и сельхозпроизводства в конце XVIII в., в пору экстремальных засух: на Нижнем Днепре возникла новая "Украинская Сахара", на Дону казачьи станицы засыпались песком, а в Астраханской

губернии площадь подвижных песков превысила 1 млн га. Вот как описывает песчаные земли между Астраханью и Гурьевом в начале XIX в. известный лесовод Ф. А. Аверьянов: "Главная масса песков в этой части губернии расположена в Киргизской орде, в так называемых приморских округах, которые на всем своем громадном пространстве в настоящее время представляют жуткую, мертвую песчаную пустыню: на целые десятки верст – ни растительности, ни людей, ни животных, ни птиц – только пески и пески, собранные в громадной высоты мощные бугры, так называемые барханы".

Песчаные земли РФ являются значительным земельным резервом, рациональное использование которого позволит существенно увеличить производство сельскохозяйственной продукции. При правильном использовании песков обеспечивается также противодефляционная их устойчивость, улучшаются комфортность, эстетическое качество условий засушливых территорий и др.

Освоение песков ведется еще медленно и не всегда рационально. Слабо внедряется поле- и пастбищезащитное лесоразведение, полеводство ведется без соблюдения системы противодефляционной обработки почвы, в ограниченных объемах внедряются почвозащитные севообороты и осуществляются работы по улучшению естественных пастбищ. Продолжают оставаться неиспользованными земельные площади, пригодные для виноградарства, садоводства и бахчеводства. В результате бессистемной распашки почв и нерегулируемого выпаса возрастают площади подвижных песков, снижается продуктивность естественных травостоев.

Передовая практика лесхозов, колхозов, совхозов, а также исследования ВНИАЛМИ, УкрНИИЛХА и других научно-исследовательских и опытных учреждений показывают, что песчаные земли, за небольшим исключением, могут быть эффективно освоены под лесные насаждения, сады и виноградники, пастбища, посевы бахчевых, зерновых, кормовых и других сельскохозяйственных культур. Наиболее эффективным является комплексное адаптивное использование песчаных земель с обязательным и оптимальным сочетанием отраслей сельского и лесного хозяйства, при котором все виды защитного лесоразведения способствуют наращиванию агроресурсного потенциала арен. Огромная роль леса проявляется в улучшении микроклимата, защите почв от дефляции, улучшении ландшафта, активизации влагооборота и агрохимических процессов на песках. Неопределима положительная роль леса для здоровья людей.

### 7.2.1. Происхождение песков, основные генетические типы, формы рельефа песчаных отложений

Первичным фактором образования песков является в основном тепловая энергия Солнца (экзогенный, внешний, фактор). Сезонные и суточные ритмы температур разрушают поверхностные слои горных пород. Процесс разрушения усиливается водой, особенно при ее замерзании, и растительностью, действующей механически и химически. Ветер и движущаяся вода также разрушают горные породы: эти процессы представляют собой трансформированную энергию Солнца. Внутренний (эндогенный) фактор вызывает истирание горных пород при тектоническом перемещении земной коры, но значимость его в образовании песков очень мала.

По генезису пески подразделяются на следующие основные типы:

Элювиальные (первичные) пески – образовавшиеся на месте разрушения горных пород. В большинстве своем они маломощные и сосредоточены в пустынных районах горных плато, где нет выраженного процесса водного массопереноса.

Делювиальные пески – смытые со склонов водой осадков и талого снега и отложенные на предгорных равнинах. Наибольшее распространение этот тип получил у подножий Кавказа и Копетдага, в горных долинах Средней Азии, а также в южной части западной и восточной Сибири.

Моренные и флювиогляциальные (ледниковые) пески – принесены непосредственно ледниками и ледниковыми водами. Крупные массивы этих песков расположены в лесной и северной частях степной зоны (например, белорусское Полесье, северное Придонье).

Аллювиальные пески представляют собой отложения древних и современных водотоков. Основные массивы песков юга и юго-востока ЕТР, Средней Азии и Казахстана являются древнеаллювиальными. Например, Придонские пески отложены речной системой Дона, пески Каракумы – древними водотоками Амударьи. Разновидностью аллювиальных песков являются озерно-дельтовые пески, формирующиеся в местах впадения небольших степных рек в Дон и Волгу (Иловлинские, Усть-Кундрюченские пески), а также в районе приморских дельт Днепра, Волги, Терека и других рек.

Морские пески отложены на морских побережьях и в местах отступления моря. Такие массивы сформировались после катастрофического обмеления Аральского моря. Имеются они на берегах Каспия,

Черного и Азовского морей.

Эоловые пески формируются вследствие передвижения ветром песков, отложенных ранее водой, в результате чего могут формироваться многометровые толщи рыхлого песка с грядовым или бархан-ным рельефом. В дальнейшем при зарастании такие формы сглаживаются, превращаясь в бугры.

Таким образом, конечный генетический тип песков нередко является продуктом трансформации других исходных типов под воздействием воды и ветра.

Возраст песчаных отложений колеблется от нескольких десятков миллионов лет до 10-100 тыс лет и менее. В первом случае это светлые, третичные кварцевые пески, в которых преобладает кварц, как наиболее устойчивый минерал. Остальные минералы за длительный период разрушаются (выветриваются). Молодые пески (четвертичные) полиминеральные (полимиктовые). В степной зоне преобладают третичные, кварцевые пески, в полупустыне и пустыне, примыкающих к Кавказу, Копетдагу, Тянь-Шаню, Памиру и другим горным системам, они более молодые и богатые по минералогическому составу. Богатство этих песков объясняется тем, что при их выветривании освобождаются элементы минерального питания растений. В частности, один из видов полевых шпатов ортоклаз при выветривании дает калийную соль (поташ), а также глинистую фракцию каолинит, что улучшает физические свойства песков:



Эта особенность песков очень четко проявляется при сравнении, например, открытых негумусированных Терско-Кумских и Донских песков. В первом случае при хороших погодных условиях формируются густые травостой полыни и житняков высотой до 40-60 см, посе-вы суданской травы достигают высоты 2,5 м. В то же время на кварцевых песках Придонья растут изреженные травостой типчака, тонконога, осоки. Высота их не превышает 10-15 см, а сосна растет низкорослая, достигая в возрасте 18 лет высоты 150 см. Вынос мелкозема при дефляции легких почв Придонья приводит к их катастрофическому обеднению, чего нельзя сказать о Терско-Кумских песках.

На массивах песков выделяются формы макрорельефа (разница высот от 10-20 до 100 м и более), мезорельефа (1-10 м, редко больше) и микрорельефа (менее 1 м).

*Основные формы макрорельефа* – равнинные, террасы, эоловые образования.

Равнинные формы – ровные участки с весьма малыми колебаниями относительной высоты поверхности по отдельным точкам в пределах данного контура. Различают плоские равнинные участки с горизонтальной поверхностью и наклонные. Наиболее часто равнинные участки песчаных массивов Юго-Востока приурочены к озерно-дельтовым отложениям.

Террасы – более или менее ровные поверхности, с одной стороны примыкающие к более повышенным элементам рельефа, а с другой ограниченные понижением (речной долиной, балкой, озерной впадиной, соседней террасой). Террасы делятся на речные и морские. Для приречных песчаных земель большинство исследователей (Б. Б. Полюнов, 1926, А. Г. Гаель, 1952 и др.) выделяют три надпойменные террасы: валдайскую с высотами над поймой до 10 м, днепровскую (до 20 м) и окскую (80-100 м). Террасы связаны с соответствующими оледенениями. Однако они не всегда отчетливо выражены. В северном Прикаспии макрорельеф песчаных территорий представлен двумя морскими террасами: хвалынской и новокаспийской. Вследствие обширности хвалынских террас геоморфологически они различаются не резко.

К макрорельефу справедливо можно отнести огромные эоловые песчаные образования в различных частях Земли. В Дагестане имеется гора Кум-Торкалы высотой 300 м, образовавшаяся из-за переменных, дующих перпендикулярно друг к другу ветров прибрежной полосы и долинных ветров в предгорьях Кавказа. Большие эрги в Сахаре в виде пирамидальных дюн также достигают высоты 300 м. Это уникальные песчаные горы.

*По мезорельефу* песчаные земли подразделяются на холмистые, грядовые, бугристые и барханные, ячеистые, а в элементах рельефа имеются лощины, доли, падины, котловины. Указанные формы мезорельефа могут возникать как в однородном типичном виде, так и в комплексе с другими формами: равнинно-грядовой, грядово-бугристой и т. д.

Холмистая форма рельефа – это пологие возвышения на общем равнинном фоне с равномерным чередованием повышений и понижений с симметричным (или близко к этому) очертанием выпуклых и вогнутых линий рельефа. Указанные формы мезорельефа благоприятны для комплексной механизации.

Грядовая форма рельефа представляют собой линейно-вытянутые образования эолового происхождения в виде параллельных или сходящихся заросших песчаных гряд, разделенных понижениями различной глубины. Указанные более или менее сглаженные формы ре-



льефа обычны для участков, подвергшихся древним (более 5-7 тыс лет) дефляционным процессам. Ярким примером такого рельефа являются Бэровские бугры – вытянутые в широтном направлении гряды высотой 10-12 м и межгрядовыми пространствами шириной до 300 м. Они простираются с перерывами от Волги до Аральского моря. Очевидно, что эти формы рельефа имеют единый генезис и распространяются на северо-восток до озера Чаны. Огромная дуга этих гряд, видимая даже в мелководной акватории Каспия, связана, по нашему мнению, с последним, Валдайским оледенением, завершившимся 8-10 тыс лет назад. Вдоль ледникового щита строго направленные дефляционные восточные ветры выдули глинистый материал и сформировали грядовой рельеф. В современных условиях подобные гряды образуются в восточной части Терского песчаного массива, где доминируют юго-восточные ветры.

Бугристая форма рельефа наиболее распространенная. В типичном виде – это совокупность разбросанных на различном расстоянии друг от друга (или слившихся между собой) песчаных бугров в основном эолового происхождения. В плане они имеют разнообразные



Рис. 7.10. Барханные пески в Северном Прикаспии. Отчетливо виден склон осыпания и полулунная форма бархана

очертания при различной (4-12°) крутизне склонов. Бугристые пески всегда заросшие.

Барханная форма рельефа имеет эоловое происхождение. В отличие от бугров, барханы имеют асимметричные склоны: пологий (8-12°) наветренный и крутой (30-32°) заветренный склон осыпания (рис. 7.10). Очертание в плане осыпаемой части

каждого отдельного бархана имеет серповидную или полулунную форму. Отдельные подвижные барханы часто в ходе перемещения сливаются, образуя барханные цепи. Территория, занятая барханными цепями или барханами, называется барханном полем. Барханные пески незаросшие. При появлении растительности они приобретают бугристую форму.

Котловины – это замкнутые понижения, откуда ветром выдут

песок. Площадь котловины 0,5-1,0 га, иногда – до нескольких десятков гектаров.

Кучевой рельеф образовался в результате скопления песка у кустов растений, произрастающих на ровной поверхности более плотных, чем пески, грунтах. Высота таких куч 1-2 м.

Ячеистый рельеф образован на территориях, где наблюдаются два взаимно перпендикулярных ветровых потока. Обычен для Среднеазиатских пустынь.

На песчаных землях встречаются останцы – небольшие участки неразрушенных почв, скрепленных корнями растений. Высота и диаметр останцов 1-2 м.

Существует деление рельефа дефлированных земель по высотам. При высоте песчаных накоплений от подножья до вершин менее 3 м – рельеф мелкобугристый (мелкобарханный, мелкогрядовый); при высоте 3-7 м среднебугристый (барханный, грядовый); при высоте более 7 м крупнобугристый (барханный, грядовый).

*Микрорельеф* – небольшие по высоте (до 1 м) повышения, которые чаще всего встречаются в комплексе с мезорельефом.

Массоперенос для песчаных земель, если они незаросшие, является обычным явлением. К поступательному движению под действием ветра способны частицы размером 0,05-2,0 мм. Более мелкие частицы, будучи оторваны от поверхности, переносятся во взвешенном состоянии. Частицы крупнее 2 мм, при скоростях ветра, преобладающих в аридной зоне, не передвигаются.

Основной перенос песка происходит на высоте до 20 см. В первом десятисантиметровом слое транспортируется до 90% его массы. Средний месячный перенос в теплый период года через метровый фронт составляет 1,5-2,0 м<sup>3</sup>, однако в отдельные месяцы эта величина может возрастать в несколько раз. По А. Данилину (1986) в год в различных зонах переносится через метр фронта 20-60 м<sup>3</sup> и более песка, в частности Ашхабаде 15, Красноводске 60, Коканде 102, Кызылкумах 29, Каракумах 26, Астрахани и Армавире 40, Челкаре 70 м<sup>3</sup>.

Скорость движения барханов при стабильном направлении ветра во многом зависит от мощности его конечной части и обратно пропорциональна длине склона осыпания. Например, крупнобарханные Терские пески, имеющие склон осыпания длиной до 40 м, перемещаются в северо-западном направлении в течение года на 30-40 см, а мелкобарханные Тереклинские пески (склон осыпания 2 м) – до 6-8 м. Одиночные барханы на твердом основании перемещаются в год до 100 м и более.

Ориентация барханных цепей, которые, как правило, располагаются перпендикулярно ветровому потоку, в течение года может неоднократно меняться в зависимости от направления ветра.

На участках, где песчаного материала мало, формируются одиночные барханы. Они имеют ясно выраженную форму полумесяца, ориентированного "рогами" вперед по направлению общего движения песка. Такая форма обусловлена тем, что концевые части имеют меньшую мощность песка, и, следовательно, движутся быстрее, обгоняя центральную часть до тех пор, пока частично не скроются в ее ветровой тени.

В зонах достаточного увлажнения по берегам морей также формируются барханы, но, по западноевропейской терминологии, они именуется дюнами. Динамика их образования идентична барханным отложениям. Однако нередко периферийная часть дюны зарастает частично растительностью, ее поступательное движение становится медленнее, чем центральной части, и "рога" оказываются направлены в сторону ветра.

#### 7.2.2. Почвенный покров песчаных массивов

На песчаных отложениях после поселения на них растительности формируются песчаные почвы. Они в целом исторически более молодые, чем почвы прилегающих водоразделов. Занимая более низкие места, они позднее освободились из-под воды. Вместе с тем и в пределах одного песчаного массива имеются разновозрастные почвы.

На высоких террасах в позднем плейстоцене в перигляциальных областях за счет аккумуляции продуктов атмосферного запыления (А. Г. Гаель, 1988) сформировались супесчаные и связнопесчаные почвы, возраст которых 12-15 тыс лет. Второй цикл формирования песчаных почв относится к среднему голоцену и произошел в атлантический весьма благоприятный для жизни период (5-6 тыс лет назад). И третий период, современный, начался 3 тыс лет назад. Климат первой половины этого периода засушливый суббореальный, способствовавший разбиванию песчаных почв стадами кочевников, второй половины – субатлантический, обуславливающий зарастание песков и формирование молодых (современных) песчаных почв. Согласно этой смене почвообразовательных процессов на песках выделяют две группы почв: 1) древние супесчаные и песчаные почвы, сформированные на коренных послеледниковых отложениях, и 2) современные песчаные почвы, сформированные в большинстве своем

на эоловых песках, возникших вследствие антропогенных факторов.

Древние почвы (возраст более 5 тыс лет) подразделяются на

а) черноземовидные супесчаные и песчаные с профилем А-В<sub>1</sub>-В<sub>2</sub>(Вк)-ВС-С и содержанием гумуса 0,7-1,5%. Выделяется иллювиальный, более глинистый, горизонт. По мощности гумусового слоя черноземовидные почвы делятся на среднемошные (толщина гумусового слоя 41-80 см) и мощные (81-120 см и более);

б) дерновые (степные, полупустынные) связнопесчаные (серопески) с содержанием гумуса 0,4-0,8%. Они также разделяются по мощности гумусового горизонта на две группы: среднемошные, у которых мощность гумусового горизонта 31-50 см и мощные (51-80 см и более). Возраст дерново-степных почв 5-8 тыс лет и их формирование связано с климатическим оптимумом в атлантический период неогена;

в) светло-каштановые и бурые супесчаные почвы по строению и мощности профиля близки к зональным на суглинистых отложениях;

г) на пониженных участках, увлажняемых, кроме атмосферных осадков, временным скоплением вод поверхностного стока и влагой капиллярной каймы, выделяют полугидроморфные и гидроморфные почвы: темноцветные почвы падин, луговые, лугово-болотные и болотные.

На засоленных неглубоких подземных водах формируются песчаные солончаки.

В современный период после климатического оптимума различают

а) пески развеваемые, лишённые почвенного профиля;

б) примитивные (неполноразвитые) песчаные почвы, формирующиеся по дерновому типу на бугристых песках с разной мощностью гумусового горизонта. По содержанию гумуса и толщине гумусированного слоя малогумусные почвы могут быть разделены на маломощные примитивные (гумуса 0,2-0,3%, мощность горизонта А до 10 см) и среднемошные примитивные (гумуса более 0,3%, мощность гумусового горизонта до 20 см) Иногда этот тип именуется маломощными дерново-степными или дерново-пустынными почвами.

На песчаных землях значительные площади занимают погребенные почвы, возникшие вследствие разбивания коренных ландшафтов и засыпания эоловым песком ранее сформированных почв. Как правило, участки с погребенными почвами имеют лучшие лесорастительные условия по сравнению с однофазными песками. К таким участкам приурочены наиболее производительные насаждения.

Общее плодородие песчаных земель (гумусность, минералогический состав) существенно корректирует набор древесных пород, пригодных для их использования. Наиболее олиготрофными породами для облесения песчаных земель являются сосна обыкновенная, ольха черная, кустарниковые ивы. Более чувствительны к питательности субстрата сосна крымская, тополь черный, канадский, клен ясенелистный, смородина золотая, джужгуны, а наиболее требовательны робиния псевдоакация, вяз приземистый (мелколистный), дуб черешчатый, акация желтая, скумпия, жимолость татарская, тамарикс. К этой же группе пород могут быть отнесены среднеазиатские породы: саксаул черный и белый, черкезы. Эти породы могут произрастать на почвах, где гумуса немного, но в этом случае должен быть богаче минералогический состав песчаных отложений.

Для южных районов существенное влияние на лесорастительные условия оказывает засоленность почвогрунта и минерализация ГВ (Е. С. Мигунова. 1978; В. И. Петров, 1961). В степной зоне засоление песков – явление редкое и приурочено обычно к луговым разностям почв и участкам с выпотным типом водного режима. К сожалению, в этих условиях часто бывает содовое засоление, к которому древесные породы очень чувствительны. В грубом приближении можно назвать следующий ряд ионов, при указанном количестве которых гибнут большинство древесных пород:  $\text{CO}_3^{2-}$  – 0,02%,  $\text{Cl}^-$  – 0,1% и  $\text{SO}_4^{2-}$  – 0,4%. В. И. Петров (1981), изучая рост древесных пород на песках крайнего Юго-Востока, определил предельно допустимое средневзвешенное солесодержание в слоистой песчано-супесчаной капиллярной кайме (КК) при сульфатно-хлоридном засолении: сосна обыкновенная тополь черный, яблоня, абрикос 0,2-0,3%; джужгун безлистный 0,2-0,4; акация белая 0,3-0,4; тополь белый 0,4-0,5; виноград 0,4-0,6; дуб черешчатый 0,5-0,6; вяз приземистый 0,5-0,8; саксаул черный 1,2-1,5. Наиболее чувствительны к солям сосна обыкновенная, тополь черный, плодовые; к солеустойчивым относятся вяз приземистый, саксаул черный.

Важнейшим признаком лесорастительных условий в аридной зоне является мощность ризосферы (толща почвогрунта, где может развиваться корневая система). По мощности ризосферы ученые ВНИАЛМИ (1985) делят почвы на четыре группы: 1) маломощная (до 1 м) – участки нелесопригодные; 2) незначительная (1-2 м) – участки условно лесопригодные после мелиорации (для кустарниковых посадок); 3) удовлетворительная (2-4 м) – участки лесопригодные, однако древостои недолговечные и низкорослые; 4) мощная (более 4 м) – участки лесопригодные, развитие древостоев зависит от водообеспеченности.

Препятствием для распространения корней вглубь могут служить корнениепроницаемые экраны слежалые третичные пески, плотные глины, скальные породы. Наиболее часто в степной зоне препятствуют глубокому развитию корней третичные кварцевые пески, а в пустыне, в частности в Прикаспии, солевые экраны (горизонты, где количество солей повышается до 0,5-0,6%). Кварцевые пески становятся непроницаемыми для корней с глубины 30-40 см вследствие жесткой поровой структуры. Твердость их превышает 2-2,5 МПа. Растущий корешок не в состоянии проникнуть между песчинками, он закручивается и уходит в сторону или гибнет. Характерен следующий пример. В 1971 г. на Голубинском песчаном массиве была проведена посадка шелюги под барханную машину (И. М. Бартенев и др., 1973). Машина рыхлит песок на глубину до 60 см. Корневая система шелюги по ряду посадки за один год распространилась до 6 м, а в сторону от ряда, где песок оставался плотным, освоила только несколько сантиметров. К 1981 г. эти культуры изредились, кусты зачахли, песок в борозде уплотнился, а корни шелюги практически из нее не вышли.

Большая значимость мощности ризосферы неоднократно подчеркивалась в работах З. С. Головянко (1940), П. С. Погребняка (1968), В. В. Миронова (1970) и др. Более детально к этому вопросу вернулась группа авторов ВНИАЛМИ после засухи 1972 г. и обследования состояния защитных насаждений Юго-Востока (Н. Ф. Кулик и др., 1974). Было установлено, что мощность зоны аэрации 1,0-1,5 м совершенно недостаточна для существования в данном регионе насаждений, так как в засухи этот горизонт пересыхает нацело и деревья гибнут. Длительность жизни древостоя возрастает, если глубина распространения корней более 2,5-3,0 м.

После засухи 1965 г. были обследованы культуры сосны на Приволжских песках близ г. Волгограда (Н. Ф. Кулик и др., 1970). Мощность ризосферы на пробных площадках колебалась от 0,7 до 3,0 м и более. Состояние культур 6-8-летнего возраста было следующим: при мощности ризосферы 0,7-1,0 м культуры сосны погибли целиком, при мощности 150 см – здоровых было только 33%, остальные суховершинили или погибли, а при глубине залегания третичных песков более 3 м – здоровых деревьев было 98,2%. Примерно такое же положение сложилось с сосновыми культурами после засухи 1975 г.

Уникальным примером длительного существования лесных культур в крайне жестких условиях (норма годовых осадков 250 мм) являются посадки 1915 г. в урочище "Тугай-худук" в 40 км восточнее г. Ха-

рабали. Посадки создавались на крупнобарханных песках, закрепленных механическими защитами. Обычно такие местоположения промыты от солей, а корни распространяются на глубину 8-12 м и более. При обследовании участка в 1980 г. были обнаружены площадки с сохранившимися культурами березы повислой, акации белой, шелковицы, клена ясенелистного, дуба черешчатого, гледичии, софоры и других пород. Также отличаются долголетием деревья шелковицы, робинии и лоча в урочище "Давольген" в правобережной части Астраханских песков. Однако посадки эти низкорослы (3-6 м), больше напоминают кустарниковые заросли (к сожалению, крупные экземпляры деревьев вырублены), но они свидетельствуют о большой жизнестойкости и долголетию культур. Очевидно, что причиной этого является глубокое распространение корней. Периодически зона аэрации промачивается редкими сильными дождями и влага этих осадков консервируется в почвогрунтовой толще на длительное время, что позволяет растениям хотя бы в минимуме снабжаться водой во время экстремальных засух.

На песчаных землях получили развитие три главные мелиоративные направления: 1 – коренное улучшение водно-физических свойств; 2 – повышение плодородия и 3 – защита земель от дефляции.

Коренное улучшение водно-физических свойств песчаных почв осуществляется путем внесения больших доз глин или глинистых грунтов. На Придонских песках испытаны нормы внесения глинистых грунтов (физической глины 42,7%) от 100 до 4000 т/га. Оптимальный объем мелиоранта в процессе глинования оказался 100-250 т/га с запашкой его на глубину до 40 см. При этом максимальная гигроскопичность повысилась на 20%, а полевая влагоемкость – в среднем на 30%, что обусловило повышение урожайности люцерны и зерна озимой ржи в 2-3 раза. В частности, урожайность ржи в 1980 г. на землях Обливского ОПХ Ростовской обл. была 6,4 ц/га, а на мелиорируемом участке 15,7 ц/га. Увеличение доз мелиоранта положительно влияет на повышение урожайности, однако экономическая эффективность приема снижается.

Для определения необходимых объемов внесения глин используется зависимость

$$M = 1,5H \frac{100(c - v)}{a - v},$$

где  $M$  – норма внесения мелиоранта (глина), т/га;  $a$  – содержание физической глины в мелиоранте, %;  $v$ ,  $c$  – исходное и конечное (планируемое) ее содержание в мелиорируемом слое, %;  $H$  – мощность мелиорируемого слоя, см.

Устойчивое повышение плодородия песчаных почв осуществля-

ется путем внесения больших доз органических удобрений (200-400 т/га) с добавлением торфа, сапропеля, глин. На Нижнеднепровских песках осуществлены уникальные работы по мелиорации близководных, но чрезвычайно бедных кварцевых песков с целью создания на них виноградников. Для такой мелиорации использованы следующие агроприемы: сполаживание участков, сидеральные культуры (озимая рожь, люпин), внесение органических удобрений и торфа (150 т/га), глубокая плантажная вспашка, защита участка лесными полосами. Полученная урожайность (60-80 ц/га) сопоставима с урожайностью на зональных черноземах легкого гранулометрического состава. Бедные кварцевые пески очень чувствительны к внесению минеральных удобрений. Комплекс НРК в количестве 100-200 кг/га в 2-3 раза увеличил прирост лозы и урожай на участках кварцевых песков в винсовхозе "Опытный" в Ставропольском крае. На более плодородных песках минеральные удобрения не оказывают такого положительного влияния.

Водно-физические свойства почв улучшаются с помощью структурообразователей и гидрогелей – высокомолекулярных соединений, способных взаимодействовать с элементарными почвенными частицами, и, связывая их, формировать оптимальные структурные образования. Гидрогели к тому же сорбируют воду, увеличивая свой объем в 400-600 раз, а отдельные из них – в 1000 раз.

Из структурообразующих полимеров больше всего изучены полиакриламид, сополимер-VIII (60% метакриловой кислоты и 40% метакриламида), гидролизованый полиакрилнитрил, а также латексы, лигниновые смолы и др. Положительное действие структурообразователей усиливается при наличии в почве глинистого материала, поэтому для песчаных почв, где глинистой фракции 3-5%, нужны повышенные дозы структурообразователей (до 0,5% весовых), что ограничивает этот мелиоративный прием.

Более значимыми для песчаных почв являются гидрогели. Они существенно увеличивают влагоемкость песков. Так, полевая влагоемкость примитивных песчаных почв на кварцевых песках при внесении гидрогеля в дозе 190 кг/га увеличилась на 1,5-2%, запасы воды при этом возросли на 30%, или на 210 м<sup>3</sup>/га. Дозы внесения гидрогеля на основе полиакриламида не должны превышать 0,02% весовых. Более высокие дозы обуславливают ингибирующее действие на растения. Внесение препарата практикуется совместно с органическими и минеральными удобрениями, торфом, сапропелем, глинами, опилками.

К коренным методам мелиорации песков при их облесении может



быть отнесена и планировка бугристого рельефа, которая способствует прекращению местного стока и повышает водообеспеченность участков на 20-30 мм (Н. С. Зюзь, 1990), а также рыхление взрывом и бурение глубоких скважин – будущих корнеходов. Последние два приема использованы для улучшения роста сосновых культур на третичных кварцевых песках, которые из-за высокой твердости не проницаемы для корней.

Взрывной метод глубокого рыхления испытан на Арчединских песках в Волгоградской обл., а также на Ергенинской возвышенности. Почвы дерново-степные песчаные на однородном среднемелкозернистом кварцевом песке. ГВ залегают на глубину до 7 м. Тротиловые взрывпакеты весом 4,7 кг закладывали в скважины на глубину 6 м по сетке 6х6 м. Взрывом в скважине без выброса рыхлилось до 200 м<sup>3</sup> грунта, при этом твердость его снижалась с 2,6 до 0,4-1МПа. Недостатком способа является загазованность зоны аэрации. Предпочтительно использовать динамит на калиевой селитре, победит ВП-3.

Для искусственных корнеходов к УГВ бурились скважины глубиной 6 м установкой УРБ-2А по сетке 6х6, 6х3, 3х3 м. Скважины засыпались песком. За смену установка бурит до 300 скважин. Скорость роста корней сосны в корнеходах достигает 1,5-2,0 м в год и через 3-4 года они достигают УГВ.

Глубокое рыхление подпочвенных песчаных отложений и корнеходы существенно (на 100-120 мм) увеличивают годовой транспирационный расход воды насаждениями сосны из-за более глубокого распространения корней. Этот мелиоративный прием повышает производительность на 1,5-2 класса бонитета.

### 7.2.3. Водно-физические свойства, водный баланс песчаных почв, грунтовые воды, расход воды на транспирацию

*Водно-физические свойства* почв изучают с целью получения данных для характеристики водного режима, составления водного баланса, определения водообеспеченности фитоценозов, а также для расчетов оптимальной площади питания древесных пород.

В водно-физические показатели входят плотность и удельная масса, естественная влажность, полевая и полная влагоемкость, твердость, влажность завядания и максимальная гигроскопичность, а также термодинамика почвенной влаги.

Небольшое количество глины и органики в песках, а именно этими веществами, обладающими большой удельной поверхностью,

корректируются внутрипочвенные водно-физические и химические процессы, делает их весьма отличными от почв тяжелого гранулометрического состава. Значение глинистой фракции в увеличении удельной поверхности может быть представлено следующим примером: пески с величиной зерен 0,2-0,02 мм (такие пески встречаются наиболее часто) имеют удельную поверхность (поверхность 1 см<sup>3</sup>) 0,04 м<sup>2</sup>, суглинок 26, а глины 100-150 м<sup>2</sup>.

Удельная масса песков практически определяется содержанием кварца и полевого шпата (ортоклаза). Оба минерала имеют близкие показатели этой величины (2,65-2,55), поэтому удельная масса песков по всем зонам колеблется в узком диапазоне (2,7-2,5), средний показатель 2,65.

Плотность песков, или объемная масса, – величина менее стабильная, чем удельная масса, так как зависит не только от минерального состава песков, но и от крупности и сложения зерен, наличия органики. В большинстве случаев объемная масса колеблется в пределах 1,7-1,4, средняя составляет 1,5.

Твердость песков является важнейшим компонентом их характеристики. Представление о песках как о рыхлой структуре не всегда правильное. Рыхлая, или кубическая, упаковка песков характерна для подвижных, барханных участков или вспаханных площадей. Твердость в этом случае составляет 0,3-0,6 МПа. В последующие годы твердость возрастает до 1,0-1,5 МПа. Третичные кварцевые пески, находящиеся миллионы лет в неподвижном состоянии, весьма плотные, упаковка их гексагональная, а твердость составляет 2,6-2,8 МПа. Отсутствие крупных пор ведет к тому, что корни растений не способны проникать в эти толщи, вследствие чего резко ухудшаются лесорастительные условия, как отмечено выше.

*Гидрологические константы*, хотя и определяются в почвенно-гидрологической литературе, как константы, в принципе не являются таковыми. Они характеризуют достаточно заметный переход какого-либо показателя с одной ступени в другую. В частности, максимальная гигроскопичность, считающаяся наиболее стабильной величиной, меняется в зависимости от минерализации водной среды, обеспечивающей ту или иную влажность воздуха, а также от температуры и ее пространственной и временной стабильности, в которой осуществляется насыщение образца парами воды. Влажность завядания одних и тех же почвогрунтов и растительности зависит от амплитуды суточных температур. Полевая влагоемкость не является показателем прекращения стока почвенной влаги, а является показателем его замедления. Даже

такая величина, как полная влагоемкость, которая зависит от объема пор, меняется в зависимости от количества заземленного воздуха. Однако отказываться от принятых обозначений нет необходимости, ибо они достаточно всесторонне характеризуют тот или иной почвогрунт.

Для преобладающих пылевато-мелкозернистых песков (физической глины 3-4%) средние гидрологические константы следующие:

Максимальная гигроскопичность (МГ) 0,5-1,2% (весовых), в отдельных случаях кварцевые пески степной зоны имеют МГ 0,2-0,15%, всасывающее давление при МГ 50-55 атм. Константа важна тем, что по ней определяется влажность завядания путем умножения на поправочный коэффициент (1,5-2,0).

Влажность завядания (ВЗ) 1-2% (весовых), всасывающее давление при ВЗ 10-15 атм, влагоемкие пески имеют более высокий показатель ВЗ. Летом песчаные толщи вследствие транспирации иссушаются до ВЗ на глубину 1,0-1,5 м, а в пустынях – на значительно большую глубину, и такая влажность толщи песков сохраняется многие годы, образуя так называемый "мертвый" или диспульсивный горизонт.

Влажность разрыва капиллярной связи (ВРК) введена М. М. Абрамовой (1953), она имеет существенное значение для тяжелых почв. Для песков наименьшая влагоемкость (НВ) и ВРК – величины близкие. Как правило, НВ равна 4-5%, реже 3-8%, всасывающее давление при НВ составляет 0,1-0,3 атм. НВ обеспечивает довольно длительное удержание в почве доступной для растений влаги, поэтому эта константа чрезвычайно важна для характеристики водообеспеченности песков. Обладая в целом невысокими показателями НВ, пески промачиваются осадками глубже, чем зональные почвы с тяжелым гранулометрическим составом. Сухая метровая толща песков после увлажнения может удержать 60-80 мм осадков, а глинистая почва 140-180 мм. Эта особенность приводит к тому, что даже в зоне недостаточного увлажнения на маловлагоемких песках часть зимних атмосферных осадков уходит за пределы корнеобитаемого слоя и в водном питании растений участия не принимает. Однако в засушливых условиях более глубокое погружение осадков оценивается положительно, так как уменьшает расход влаги на физическое испарение и увеличивает расход ее на транспирацию. В среднем в зоне выпадения 250-300 мм осадков пески и песчаные почвы отдают растениям на 40-60 мм воды больше, тем тяжелые.

Полная влагоемкость (ПВ) 24-28% (весовых). Коэффициент водоотдачи 12-16%. При снижении ГВ на 1 м в песках отбирается до 300 мм воды, а в глинах 100-150 мм, поэтому песчаные водоносные

горизонты считаются водообильными.

*Водопроницаемость песков* (коэффициент фильтрации) выше, чем прилегающих зональных почв (1-2 мм/мин). Рыхлые барханные пески во влажном состоянии имеют коэффициент фильтрации 4-6 мм/мин. Этим объясняется почти полное отсутствие стока по мерзлым пескам.

*Водоподъемная способность* однофазных пылевато-мелкозернистых песков 60-110 см, слоистых песчаных и супесчаных отложений до 2-3 м. Водоподъемная способность песков обеспечивает формирование КК над УГВ, влажность которой меняется от ПВ до НВ, а над ней формируется пленочная кайма (Н. Ф. Кулик, 1979) мощностью 40-60 см, где влажность меняется от НВ до ВЗ.

*Диапазон активной влаги* (доступная влага) – показатель запасов воды между НВ и ВЗ, свидетельствующий о том, сколько воды может взять растение из того или иного объема или метрового слоя почвы (табл. 7.11).

Таблица 7.11

**Запасы влаги в метровом слое песков и песчаных почв  
в зависимости от их водных свойств**

Почва, состав, местонахождение	НВ		ВЗ, %	Недо- ступ- ная влаги, м <sup>3</sup> /га	Доступная влаги	
	%	м <sup>3</sup> /га			%	м <sup>3</sup> /га
Дерново-степная легко-супесчаная почва. Сухая степь. Обливское ОПХ ВНИАЛМИ, Ростовской обл.	9,3	1400	3,6	540	5,7	860
Переветренная сверху (до 0,5 м) дерново-степная, связно-песчаная почва на всхолмлении. Там же	4,7	700	1,6	240	3,1	460
Переветренные заросшие мелкозернистые пылеватые Терско-Кумские пески. Полупустыня. Ачикулакская НИЛОС, Ставропольский край	8,2	1230	2,5	375	5,7	855
Бурая песчаная почва. Астраханские пески. Полупустыня. Богдинская НИАГЛОС	7,2	1100	2,5	375	4,7	725
Среднезернистый песок. Пески Большие Барсуки, севернее Арала	3,0	450	0,5	75	2,5	375
Дерново-пустынная маломощная почва. Песчаная пустыня Каракумы, Репетекский заповедник, барханный участок	5,3	800	0,4	60	4,9	740

На аридных территориях ЕТР водный режим в годовом цикле формируется в следующей последовательности. Весной промачивается толща песка 80-120 см, на что уходит 80-90% осадков холодного перио-

да (100-150 мм). Начиная со второй половины апреля влага верхних горизонтов расходуется на физическое испарение и транспирацию. В мае этот процесс усиливается. Расход составляет 1-3 мм в сутки. К середине лета те запасы влаги, которые накопились к весне, расходуются и растительность страдает от иссушения ризосферы. Часть видов входит в летний анабиоз, а часть – существует за счет глубоких корней, уходящих к ГВ. Осенью начинает увлажняться верхняя толща песка. Появляются осенние эфемеры (костер кровельный, безвременник и др.).

При муссоном типе погоды, которая характерна, например, для пустынь Центральной Азии и Индостана, интенсивное увлажнение зоны аэрации происходит в летний период, когда выпадают муссонные дожди. Это приводит к большим расходам воды на физическое испарение и в целом аридизация этих пустынь возрастает.

Основные типы водного режима песков засушливых областей промывной и непромывной. Промывной тип характеризуется сквозным просачиванием атмосферных осадков через почвенно-грунтовую толщу к ГВ, непромывной – частичным промачиванием и наличием постоянно сухого, "мертвого", горизонта обычно на глубине 1,5-3,0 м. В отдельные годы количество осадков может сильно отклоняться от средней многолетней величины, что вызывает или промачивание сухих горизонтов, которые в большинстве лет не промачиваются, или, наоборот, появление сухой прослойки в условиях, где ее при среднем годовом количестве осадков не бывает. Поэтому выделены дополнительные типы: периодически промывной и периодически непромывной.

Распределение отдельных типов водного режима по наиболее изученной части аридной зоны – юго-востоку европейской части РФ характеризует табл. 7.12.

Таблица 7.12

**Распределение площадей песков ЮВ ЕТС по типам водного режима**

Пески	Площадь по типам водного режима, %			
	непромывной	периодически промывной	периодически непромывной	промывной
Придонские	15	20	20	35
Приволжские	20	30	25	25
Терско-Кумские	30	30	20	20
Волго-Уральские	35	30	20	15
Калмыцкие	35	30	20	15
Дагестанские	30	30	20	20

Для 60-70% площади песков степной зоны азиатской территории б. СССР характерны промывной и периодически непромывной типы

водного режима, а в пустынях Средней Азии доминирует непромывной тип (более 70% площади). Сквозная инфильтрация осуществляется только на оголенных участках, в пределах пойм с близкими ГВ, у побережий морей.

*Термодинамика почвенной влаги* – это показатель сил (потенциалов), которые вызывают движение влаги, и показатель скорости ее движения (вагоперенос). Потенциал – основа движения, а для движения нужны градиенты, т. е. разность потенциалов.

В почве действуют следующие потенциалы: осмотический, пневматический, каркасный (капиллярный, матричный), гравитационный и температурный.

Осмотический потенциал – движение влаги в места, где больше концентрация солей. В почве соли распределяются более или менее равномерно, поэтому осмотический потенциал не играет первостепенной роли. При малых значениях влажности ионы в растворе гораздо более подвижны, чем почвенная влага в целом. Он важен только при переходе воды из почвы в корень.

Пневматический потенциал – движение влаги вследствие изменения атмосферного давления. В природе можно наблюдать изменение УГВ вследствие изменения атмосферного давления. Особенную роль в этом процессе играет заземленный воздух, всегда в той или иной степени присутствующий в ГВ. При снижении атмосферного давления заземленный воздух увеличивается в объеме и УГВ поднимается и, наоборот, при увеличении давления уровень падает. Запасы воды при этом не изменяются, иногда такие колебания называют кажущимися. В песчаных водоносных горизонтах колебания такого типа иногда достигают 8 мм на 1 мбар изменения давления. Фиксировались и более значительные изменения – 20 мм на 1 мбар. В пространственном движении почвенной влаги рассматриваемый показатель не обозначается, хотя некоторые исследователи (Э. Н. Благовещенский, 1958) находят возможным участие этого потенциала в поглощении песками водяных паров атмосферного воздуха.

Каркасный (матричный) потенциал – результат притекания воды со смежных участков при уменьшении запасов влаги в каком-либо объеме почвы и увеличении всасывающего давления. В песчаных почвах, когда влажность почвы находится в пределах НВ-ВЗ, движение воды очень медленное (0,0001 мм/ч водного слоя), а согласно А. А. Роде (1965) вообще отсутствует. По мере увеличения запасов воды, например в КК, перенос влаги под действием каркасного потенциала заметно усиливается.

Гравитационный потенциал – важнейший фактор движения почвенной влаги. Его действие глобальное и каждая молекула воды стремится занять самое низкое положение. Это вертикальная миграция воды после дождей, движение по уклону водоупоров, пленочное "сползание" воды в толще почвогрунта, если ее запасы менее НВ. В почве прочно удерживается только пленочная влага МГ. Скорость стока при влажности НВ-ВЗ в среднем составляет 0,005 мм/ч, однако она сильно меняется в зависимости от влажности песков (рис. 7.11).

Работами ВНИАЛМИ на лизиметрах с большим объемом была определена скорость вертикального гравитационного стока при влажности

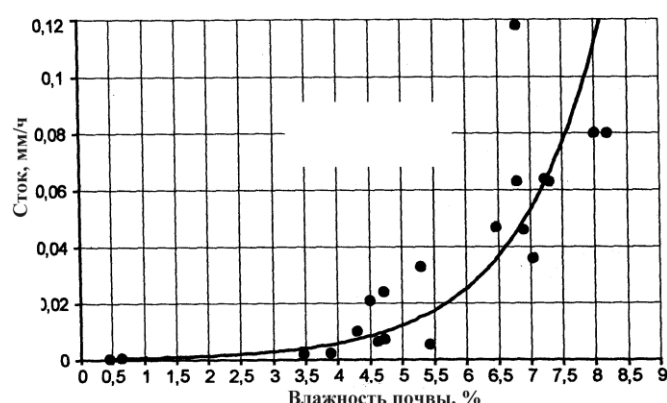


Рис. 7.11. Зависимость скорости гравитационного стока от весовой влажности надкапиллярного горизонта песчаных почв

песчаного субстрата  $X$ , %, в пределах НВ-ВЗ:

$$Y = 0,000296e^{0,74x}, \text{ мм/ч}$$

при  $R^2 = 0,8902$ .

Гравитационный сток играет определяющую роль в формировании ГВ гумидных областей, в аридной зоне этот потенциал обуславливает появление пресных линз под открытыми песками.

Годовое поступление воды на этих участках по Прикаспию достигает 150 мм.

Пески степной зоны благодаря гравитационному стоку осадков являются ландшафтными, обеспечивающими стабильное водопитание степных рек. Детальные водобалансовые исследования на Усть-Кундрюченских песках (15,8 тыс га) показали, что массив ежегодно сбрасывает 10,5 млн м<sup>3</sup> пресной воды в р. Кундрючью и Северский Донец (А. К. Кулик, 2005), что способствует существенному опреснению речных вод. Влага, стекающая сверху под действием гравитационного потенциала, подтекает к корням и может быть использована растениями. Большое значение гравитационного потенциала в том, что он размывает сухие горизонты в местах скопления корней.

Температурный потенциал действует через изменения частных потенциалов при изменении температур. Вода движется от теплой поверхности к холодной. Происходит перенос тепла вследствие фазовых переходов воды. Этот перенос можно представить следующим образом: с теплой стороны поры вода испаряется и пар переносится на хо-

лодную сторону поры. Здесь вода конденсируется и перетекает на противоположную сторону мениска. Цикл повторяется в следующем поровом пространстве. Так как парообразная влага в поровом пространстве движется прямолинейно в направлении теплового потока (существует эффект прямолинейности движения пара в поровом пространстве), она может конденсироваться на корнях и использоваться растениями на водопитание. В поверхностных горизонтах, где есть суточные колебания температур, перенос может составить 0,015 мм/ч. Таким образом, в верхних слоях почвенных горизонтов (до 30 см), где наблюдаются активные колебания суточных температур, наиболее действенными факторами переноса влаги в междождный период являются температурные градиенты. Подобный процесс наблюдается и при сезонных колебаниях температур. Характер переноса отчетливо виден на рис. 7.12. Следует отметить, что с середины июля до середины августа в верхнем метровом слое происходит изменение направления теплового потока и отсутствуют сколько-нибудь значительные градиенты температур и, следовательно, термоградиентный перенос влаги. Характерно, что в этот период фиксируется массовая гибель сосновых культур в засушливые годы. Следовательно, смену температур от дня к ночи нужно рассматривать как фактор положительный, улучшающий водопитание растений. Величина термоградиентного пере-

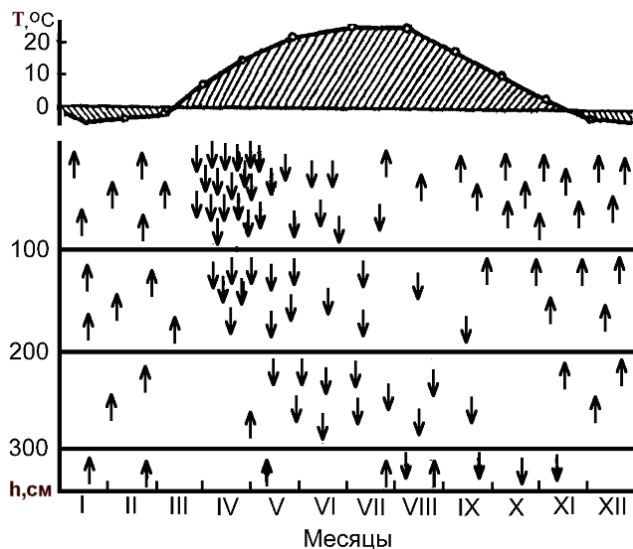


Рис. 7.12. Схема сезонного термоградиентного переноса влаги. Плотность стрелок на единицу площади показывает интенсивность процесса

носа влаги зависит от сомкнутости древостоя. Затенение почвы уменьшает перенос. Вследствие этого ажурность кроны пустынных растений, таких как саксаул, тамарикс и редуцирование их листового аппарата следует рассматривать не только как средство, сокращающее транспирацию, но и как средство, обеспечивающее лучшее остывание почвы ночью и прогрев днем, в результате чего усиливается термоградиентный перенос и возможность использования минимальных запасов воды в сухих почвах. Экспериментально установлено, что пре-

ны августа в верхнем метровом слое происходит изменение направления теплового потока и отсутствуют сколько-нибудь значительные градиенты температур и, следовательно, термоградиентный перенос влаги. Характерно, что в этот период фиксируется массовая гибель сосновых культур в засушливые годы. Следовательно, смену температур от дня к ночи нужно рассматривать как фактор положительный, улучшающий водопитание растений. Величина термоградиентного пере-



дел иссушения песчаных почв под высокополнотным лесом не превышает 1,5-2,0 МГ, а под такими же породами, но при редком стоянии может достичь одинарной величины МГ. Такое иссушение песков зафиксировано в Астраханской обл.

*Водный баланс.* Основным источником поступления влаги на аренах засушливых областей являются атмосферные вертикальные осадки. Их среднегодовая величина в СНГ меняется от 100-120 мм в пустынях Средней Азии до 400-450 мм на европейских аренах Придонья и по Днепру. Величина годовых осадков изменчива. Их колебания являются отрицательным фактором для роста лесных насаждений, причем в большей степени вредит лесу не малое количество осадков в засушливые годы, а переход от влажного цикла лет к засушливому. Засухи 1965 и 1972 гг. в Нижнем Поволжье вызвали массовую гибель сосновых культур на песчаных землях. Предшествующие этим засухам годы были влажные и в древостоях общая масса хвои достигала 20-25 т/га, в то время как по среднегодовой водообеспеченности этой природной зоны может произрастать 10-12 т/га хвои (Н. М. Светлицев, 1964; Н. Ф. Кулик, 1979). Возникшая диспропорция между транспирационной массой хвои и водообеспеченностью и привела к массовой гибели посадок. Больше всего страдают посадки в возрасте 8-12 лет при первой смене влажных лет засушливыми, поэтому Н. С. Зюзь (1990) предлагает проводить рубки ухода с целью уменьшения нагрузки транспирационного аппарата в молодняках после серии влажных лет. Такая дифференциация по времени рубок ухода принесет большую пользу, чем рубки, ориентированные только на возрастной период без учета погодных условий. Следует отметить, что гибель культур по Волгоградской обл. была более катастрофичной, чем в засушливых районах Ростовской обл. и даже Астраханской из-за меньшей вариации годовых осадков.

Кроме вертикальных осадков, некоторую долю в водопитание растений приносят горизонтальные осадки, или гидрометеоры (иней, изморозь, гололед, туман). Их выпадение на общую территорию весьма незначительно (5-10 мм в год), однако в опушках и на отдельно стоящих деревьях гидрометеоры дают существенную прибавку влаги. Особенно это заметно в местностях, где часто наблюдаются туманы, например в горном Крыму, на Донецком Кряже, на Северном Кавказе, в Прикаспийской низменности. Например, по м.с. Харабали фиксируется 120 туманных дней в году, а на гряде Тете-Оба близ Фодосии 189. Гидрометеоры, перемещаясь с ветровым потоком, оседают, аккумуляруются на различных препятствиях: ветках деревьев,

каменных склонах, ветроударных стенах сооружений. В мире существуют примеры хозяйственного использования гидрометеоров. В пустыне Атакама местные жители устанавливают мелкоячеистые сетки и собирают воду туманов, которую используют для хозяйственных нужд и полива небольших виноградников. Большое значение гидрометеоры играют и в горных районах, в частности в горных лесах Крыма, где осажается до 250 мм туманной воды. При обследовании древесных зонтов в Харабалинском районе Астраханской обл. было обнаружено, что восточный ряд вяза приземистого растет вполне удовлетворительно, достигая высоты 10 м. Западные и центральные ряды суховершинят и отмирают. Сравнительное определение влажности почвогрунта в центральной части зонта и на восточной опушке показало, что дерево вяза получило дополнительно в зиму 2001/02 г. 141 л воды. Принос воды осуществляется юго-восточными ветрами, которые преобладают в этой зоне в туманные дни зимнего периода. Восточная опушка зонта практически полностью улавливает воду туманов. На последующие ряды влаги не остается и они находятся на грани гибели. Проведенные определения влажности под деревом тополя пирамидальной высотой 14 м у подножья Ергеней показали, что дополнительное пополнение воды составило 320 л в зиму 2002/03 г. Установленный туманоуловитель в Ачикулакской НИЛОС на Терско-Кумских песках в течение года дал 50 л воды на 1 м<sup>2</sup> приемной площади. Эти наблюдения свидетельствуют о том, что гидрометеоры могут играть существенную роль в дополнительном водопитании опущенных рядов и отдельно стоящих деревьев. С ориентацией на этот фактор для Придонских песков был предложен маячный способ культур сосны – на 1 га высаживается 20-30 деревьев. Этим обеспечивается достаточная противодефляционная защита песчаных земель и дополнительное водопитание деревьев (А. К. Кулик, 2005).

Одним из важнейших источников водопитания защитных насаждений в аридной зоне, основой, дающей возможность вырастить высокополнотные насаждения, являются ГВ. Надо отметить, что и в лесной зоне наиболее производительные насаждения приурочены к участкам, где ГВ, особенно проточные, залегают на глубине 1,5-2,0 м, что обеспечивает нормальную водообеспеченность древостоя в междождевые периоды.

ГВ на песках пластовые и обычно залегают в виде непрерывного слоя мощностью от 2 до 6-12 м. Исключением являются Терско-Кумские пески и подпесочные линзы среднеазиатских пустынь, где мощность водоносного горизонта достигает 100-140 м и более. Глубина залегания их повсеместно 3-8 м. Глубже залегают ГВ на высоких при-

степных террасах и высоких эоловых грядах пустынной зоны.

ГВ на песках степной и более северных зон пресные. В Прикаспийской низменности и пустынях Средней Азии и Казахстана они средне- и сильноминерализованные. Опресненные воды в виде плавающих линз приурочены к открытым пескам или другим локальным местоположениям, где имеется поверхностная аккумуляция осадков.

ГВ подвержены многолетним, сезонным и суточным колебаниям.

Многолетние колебания связаны с изменением климата или геологической обстановки. Так, в частности, в Прикаспийской низменности за 50 лет (до 1976 г.) УГВ понизился на 1,5-2,0 м. На такую же величину понизилось Каспийское море – базис эрозии этой низменности. Мелководье Каспия объясняется временным уменьшением осадков в бассейне Волги и, соответственно, уменьшением стока. В последующие годы произошло поднятие Каспия на 200 см, что также может быть связано с увеличением осадков на водосборной площади р. Волги.

Сезонные колебания вызваны годичным ритмом погодных условий. Зима способствует поднятию УГВ, так как происходит накопление воды в зоне аэрации и частичный сброс ее в ГВ, а лето – снижению вследствие транспирации и физического испарения. Амплитуда сезонных колебаний на песках меняется от 20-30 до 80-90 см, в редких случаях она превышает 1 м.

Суточные колебания чаще всего связаны с транспирацией растений и названы суточной пульсацией. В этом случае колебания синхронно следуют за ходом транспирации (рис. 7.13). Утром, после начала транспирации, УГВ снижается вследствие использования вод ле-

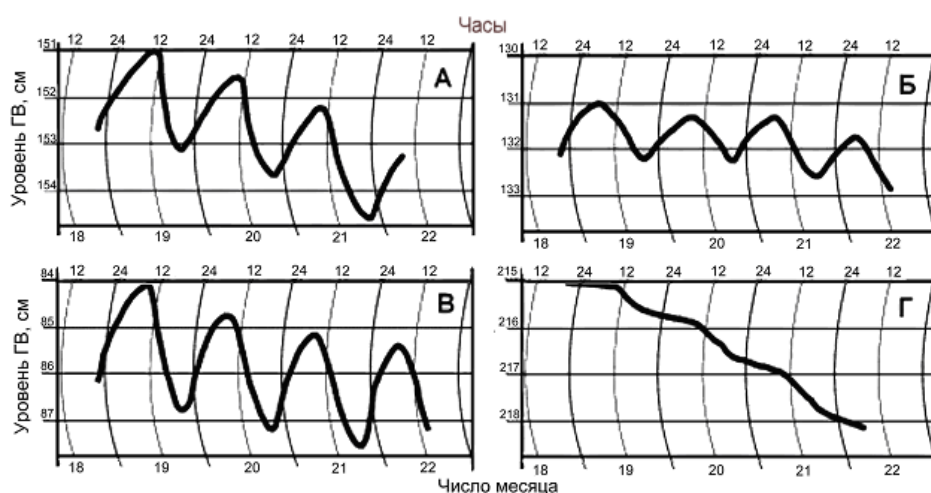


Рис. 7.13. Суточная пульсация УГВ на Усть-Кундрюченском песчаном массиве (август 2003 г.):

А – сосна обыкновенная в возрасте 50 лет, Б – в возрасте 20 лет; В – ольховый колок; Г – заросшие бугристые пески (полевой участок)

сом. Этот процесс продолжается до 16-18 ч, после чего начинается водоподъем, обусловленный притоком воды в депрессионное поле под насаждением и сбросом воды из КК. Амплитуда суточной пульсации УГВ, наблюдаемая нами в насаждениях на песках, колеблется от нескольких миллиметров до 21 см. Величина амплитуды зависит от многих факторов. Главными из них являются транспирационная масса растительности, гранулометрический состав водоносных горизонтов, сезон наблюдений. Максимальная пульсация отмечается в июле и августе. Опесчаненность водоносных горизонтов ведет к уменьшению амплитуды суточных колебаний.

Факт использования ГВ лесом и возникающее при этом явление суточной пульсации подтверждается следующими примерами: суточная пульсация резко нарушается, когда после солнечных ясных дней выпадает дождь или первый заморозок уничтожает листья. И в том, и в другом случае прекращение транспирации приводит к исчезновению суточных колебаний УГВ.

Использование ГВ насаждениями тополя (черный, евроамериканские гибриды), робинии, дуба черешчатого, лоха, вяза приземистого и виноградником имеет место в том случае, если их глубина не превышает 6-12 м. В общем транспирационном расходе высокополнотных листовых древостоев, произрастающих в аридных условиях, на ГВ приходится до 70%, (табл. 7.13).

Таблица 7.13

**Транспирационный расход влаги взрослыми высокополнотными насаждениями, виноградниками и травами**

Порода	Расход влаги, мм			Годовой расход влаги, м <sup>3</sup> /т воздушно-сухих листьев (хвои), сена
	осадки	ГВ	всего	
Сосна обыкновенная, крымская	120-150	0-160	120-310	300-500
Робиния псевдоакация	120-150	150-250	300-400	1300-1700
Тополь черный и гибридный	150-170	220-300	350-450	1300-1900
Дуб черешчатый	90-180	240-280	340-460	1200-1500
Лох узколистный	70	270	340	1700
Саксаул черный	60-100	100-150	160-250*	1200-1500
Вяз приземистый	100-120	250	350-370	1000-1500
Виноград	150-170	250-320	400-490	1700-2300
Люцерна синегибридная	150-250	0-120	200-270	1200-1800
Естественный травостой на глубоководных позициях	80-240		80-240	1500-2500

Как видно из приведенной таблицы, расход влаги высокополотными листовыми насаждениями на Придонских, Терско-Кумских, Астраханских песках относительно равновелик. Недостаток атмосферных осадков восполняется ГВ, причем величина их использования достигает 2/3 общего расхода.

Древесные породы по-разному реагируют на минерализацию грунтовых вод (МГВ). Предельная концентрация хлоридно-сульфатных вод следующая: для сосны и ольхи 1-2 г/л, тополей черного, канадского, евроамериканских гибридов 4, робинии, тополя белого 8, дуба черешчатого, вяза приземистого, тополя нарынского 12-14, саксаула черного 15-20, тамарикса 30-35 г/л. При застойном типе ГВ неблагоприятное воздействие солей проявляется при меньших концентрациях и, наоборот, проточные ГВ используются лесом при более высокой их минерализации.

*Суммарный расход влаги на транспирацию* существенно меняется в зависимости от конкретных условий местопроизрастания. Увеличенные расходы характерны для участков, где используются ГВ. Расход влаги на единицу веса воздушно-сухого органического вещества (листьев) более стабильная величина для одной и той же климатической зоны. С увеличением аридности климата транспирационные коэффициенты на воздушно-сухие листья несколько увеличиваются, например, для тополя с 1300 до 1900. Расход влаги за вегетацию одной тонной хвои сосны равен 300-500 м<sup>3</sup>. Это значительно меньше, чем листовыми насаждениями. Однако сосна удерживает двух- и трехлетнюю хвою, что увеличивает общий расход ею влаги. В сухих местообитаниях сосна может формировать насаждения III-IV бонитета с массой сырой хвои 8-9 т/га (3-4 т/га воздушно-сухой массы), используя на транспирацию только 120-150 мм осадков и давая незначительный годовой прирост. Поэтому по своим биологическим параметрам сосны обыкновенная и крымская весьма подходящие породы для засушливых условий юга и юго-востока и им должно быть уделено большое внимание не только в степной зоне, но и в полупустыне (Е. Д. Годнев, 1982, Н. Ф. Кулик, 1981, А. С. Манаенков, 1995).

Определение оптимальных транспирационных коэффициентов на прирост фитомассы имеет большое практическое значение. Установив на основании водно-балансовых расчетов возможность транспирационного расхода влаги в конкретной климатической зоне и в конкретных условиях местопроизрастания, можно рассчитать прирост фитомассы, урожайность и площади питания отдельных деревьев. В

степной зоне на среднегодовых осадках и дополнительном снегонакоплении оптимально обеспечиваются влагой только 2,5 т/га листьев, в полупустыне 1,8 и в пустыне 1,2 т/га. Имея показатели прироста фитомассы по мере роста, можно определить объемы рубок ухода. Экспериментальным путем было установлено, что в условиях аридного климата значительными долговечностью (более 20-30 лет) и высотой (9-12 м) отличаются деревья вяза приземистого и робинии, если они имеют не менее 3-4 кг листьев в воздушно-сухом состоянии, а деревья тополей черного и гибридного и дуба черешчатого 4-6 кг. Используя эти показатели и возможный объем прироста на 1 га, можно рассчитать площади водного питания отдельного дерева. Для вяза приземистого и робинии в сухостепной зоне она будет равна 14 м<sup>2</sup>, в полупустыне 19 и в пустыне 28-30 м<sup>2</sup>. Расчеты показывают, что в линейных насаждениях площади питания древесных пород должны быть существенно увеличены по сравнению с принятыми нормами.

На участках, где имеются корнедоступные ГВ, отбор которых может осуществляться в размере 200-250 мм, площади питания могут быть сокращены вдвое. Однако интенсивное использование ГВ, особенно слабо- и среднеминерализованных, приводит к повышению концентрации солей в капиллярной зоне до токсичных пределов, что, в свою очередь, вызывает гибель насаждения. Наиболее показательным примером в этом отношении являются посадки тополя на подвижных Бажиганских песках в восточном Ставрополье. Эти пески обладают вполне удовлетворительными лесорастительными условиями, промыты от солей и имеют линзы пресных ГВ. К сожалению, эти линзы в большинстве случаев маломощны и подстилаются сильно минерализованными водами. Посаженные тополевики через 3-4 года начинают активно использовать пресную линзу и к поверхности водоносного горизонта подтягиваются соленые воды. Вследствие избирательной способности тополя в ГВ и КК накапливается солевой балласт до 6 т/га ежегодно. К 14-16 годам высокополнотные тополевики в этих условиях массово усыхают и на их месте приходится высаживать более солевыносливые породы – робинию, вяз приземистый.

Для уменьшения расхода ГВ и обеспечения более интенсивного выноса накапливаемого солевого балласта трансландшафтным грунтовым потоком насаждения в условиях аридного климата размещают кулисами, колками, полосами.

Резюмируя связи между ростом леса на песках аридной зоны, водно-физическими свойствами песков и их засолением, можно приий-

ти к трем основным выводам: 1. Долговечность древесных насаждений соответствующего породного состава обусловлена промытостью зоны аэрации от солей и мощностью ризосферы. Если корневая система может распространяться до глубины 8-12 м и отсутствуют солевые горизонты, плотные кварцевые пески или глины, то древостои даже в условиях полупустыни, где выпадает 200-250 мм осадков, могут существовать в виде низкорослых зарослей (скребов) весьма длительное время (более 100 лет); 2. В аридных условиях при наличии засоленных горизонтов на глубине 1,5-2,0 м могут выращиваться только кустарниковые полосы с участием терескена, тамарикса, аморфы, чинчила, саксаула, лоха; 3. Выращивание высокополнотных и высокорослых насаждений, имеющих хозяйственную ценность, возможно в зонах выпадения 350-400 мм осадков, а в более засушливых зонах – на участках, имеющих дополнительное водопитание за счет орошения, ГВ, местного стока в объеме за вегетацию 1500-3500 м<sup>3</sup>/га.

#### 7.2.4. Растительность песков

Песчаные земли степной зоны, пустыни и полупустыни покрыты травянистой и полукустарниковой растительностью. Природных лесов очень мало и они приурочены к временным или постоянным водотокам в виде тугайных, или пойменных и байрачных лесов. В степной зоне и полупустыне встречаются естественные локальные колковые леса в понижениях с близкими пресными ГВ.

В степной зоне в составе таких лесов преобладают береза, ольха, различные виды ив, осина; в полупустыне – тополь белый, лох, кустарниковые ивы. В последние годы в колковых лесах появляется самосев сосны из-за приноса семян из близлежащих культур. В большинстве своем колковые леса порослевого происхождения высотой 10-12 м. В отдельные годы, когда выпадает большое количество осадков, колки затапливаются, что ведет к гибели березы, сосны, однако появляется самосев и древесный полог восстанавливается. В пустынях Средней Азии распространены саксауловые леса с преобладанием саксаула черного. Они в большинстве своем приурочены к участкам с корнедоступными ГВ. Обычно это песчаные земли с УГВ до 10-12 м и МГВ 12-15 г/л. Среднеазиатские саксаульники используют на транспирацию дополнительно к осадкам 100 мм воды из ГВ. Саксауловый лес представляет собой редкостойный древостой почти без тени высотой 3-5 м (рис. 7.14). Корявые, извилистые стволы практичес-



Рис. 7.14. Саксауловый лес. Шафрианский лесхоз. Бухарская обл.

ки непригодны для каких-либо изделий, но широко используются на топливо. Во время войны саксаульники спасали Ташкент и другие города Средней Азии от зимних холодов.

Естественные целинные травостой степной зоны представлены разнообразными типчаково-полынными ассоциациями. В видовом составе травостоев преобладают ксерофиты: типчак, ковыль песчаный, вейник, полынь горькая, льнянка, житняк гребенчатый, астрагал, люцерна желтая, мятлик луковичный, костер кровельный. Годовой прирост биомассы 18-22 ц/га. В полупустынной зоне в несбитых травостоях преобладают полынь белая, житняк сибирский, прутняк распростертый, различные виды астрагалов, ковыли, мятлик луковичный, костер кровельный. В отдельные годы весной цветет мак, а осенью – безвременник. Биологическая производительность травостоев 8-14 ц/га. При разбивании пастбищ в первую очередь исчезают ценные кормовые травы житняк и прутняк, далее полынь и появляются малосъедобные травы молочай, рогачика, зопник, дурнишник, а около кошар гармола (могильник). В северных зонах на береговых песках преобладает песколюбка. В Средней Азии песчаные земли покрыты разреженными солянками: боялычем и черкезом, с участием астрагалов, эфедры (борджока), осоки вздутой (илак). На открытых подвижных песках чаще всего встречаются единичными кустами аристида (эркекселин), многочисленные виды джужгунов и песчаная акация.

Естественное зарастание подвижных песков происходит в течение 20-30 лет, если отсутствуют аномально влажные погодные условия. Исследователи выделяют несколько стадий зарастания песков. В частности, Т. Ф. Якубов (1955) для Астраханских песков выделяет 3 стадии: 1) колосняковая – с участием овса песчаного (кияк), кумарчика, вайды песчаной, крупных растений высотой до 1,5 м, лучше произрастающих на рыхлых достаточно влажных песках и переносящих засыпание песком; 2) песчанополынная – с травостоем уплотненным, появлением новых видов – полынь песчаная, костер кровельный, вей-



ник, солянка русская, исчезновением кумарчика; 3) житняково-белополынная – с достаточно плотным травостоем, преобладанием полыни белой, житняка сибирского, прутняка, мятлика луковичного; на поверхности появляются мхи и лишайники, растущие во время дождей; растения предыдущих стадий исчезают из-за сухости песков и их уплотнения. А. А. Ходжаев (1947) выделяет 5 стадий зарастания подвижных песков, П. Г. Язан (1955) – 4 стадии.

При разбивании песков также выделяется несколько стадий (демутационный ряд). Так, П. Г. Язан (1955) выделяет 6 стадий – начиная от коренной степи и кончая барханными подвижными песками. По степени покрытия растительностью пески подразделяются на следующие категории: 1) голые, лишенные растительности пески или с единичными растениями-пионерами (кияк, вайда, кумарчик и др.); 2) слабозаросшие – покрытие растительностью на 10-30%; 3) среднезаросшие – на 30-60%; 4) заросшие пески – более чем на 60%.

*Типы песков* – группа песчаных земель, объединенных общими физико-геоморфологическими условиями, а также условиями произрастания и формами хозяйственного использования. Наиболее часто пески подразделяются на 3 основных типа, приведенные в табл. 7.14. Н. И. Сус (1956) выделяет 8 типов в зависимости от степени зарастания и рельефа; П. С. Погребняк (1968) 2 типа (боры и суборы) и 5 ти-

Таблица 7.14

**Типы песков и их хозяйственное использование**

Тип песков	Почвы	Растительность	Хозяйственное использование
Барханные	Отсутствуют	Растения-пионеры очень редко по краям массива: овес песчаный, кумарчик, вайда, джужгун	Закрепление и перевод в лесопастбищные угодья. Сохранение 1-2% площади для водонакопления и обеспечение водопоя скота
Бугристые	Примитивные мало- и среднегумусные	Песчаная полынь, типчак, тонконог, вейник, лапчатка, костер кровельный	Пастбищное хозяйство. На землях лесного фонда – лесоразведение в степной зоне
Пологохолмистые	Дерново-степные, черноземовидные, бурые	Полынь горькая, белая, житняк, прутняк, мятлик луковичный	В степной зоне кормопроизводство с участием многолетних трав, бахчевых под защитой ЗЛП; в полупустыне – пастбищное хозяйство

пов по увлажненности от сухих и кончая мокрыми. В. Н. Виноградов (1980) делит пески степной зоны по лесокультурным площадям на 9 типов: 1) бугристые незаросшие боровые пески; 2) бугристые слабо- и среднезаросшие боровые пески; 3) холмистые бугристые боровые пески; 4) равнинно-волнистые заросшие боровые пески; 5) равнинные слабоволнистые заросшие судубравные пески; 6) равнинные слабоволнистые заросшие субборовые пески; 7) равнинные слабоволнистые боровые пески; 8) плоскоравнинные заросшие боровые пески; 9) пониженные плоскоравнинные участки, понижения вокруг болот с засоленными почвами и ГВ. Каждый тип характеризуется своеобразными условиями произрастания и формами использования.

#### 7.2.5. Организация песчаной территории, формы хозяйственного использования песков

Сложность геоморфологии песчаных земель, различия в степени эродированности, водообеспеченности, а также в климате ведут к большим территориальным изменениям условий местопроизрастания и эффективности той или иной культуры и даже отрасли хозяйства как в пределах одного песчаного массива, так и в крупных зональных регионах.

В настоящее время песчаные земли используются в основном под естественные пастбища и сенокосы и только на 20% площади южных арен РФ ведется интенсивное сельскохозяйственное и лесное производство. Слабое земледельческое использование площади песчаных земель вызвано тем, что теоретически разработанные и проверенные на практике для твердых почв системы земледелия и агротехнические приемы мало применимы к пескам. К тому же появились площади неиспользованных более плодородных почв. Однако это временное явление. Песчаные земли неустойчивы и легко подвергаются ветровой эрозии. Лишенные растительного покрова, они приходят в движение, формируя барханные цепи. Появляющиеся здесь молодые всходы растений засекаются и гибнут.

По использованию песков имеются различные предложения. Считают, что песчаные земли пригодны только под выпасы и зачисляют их в пастбищные угодья. Другие рассматривают пески как лесные земли и зачисляют их в лесомелиоративный фонд для последующего облесения. Многие сельскохозяйственные предприятия песчаные почвы отводят под полевые севообороты. При одностороннем использовании песчаных земель под лесоразведение или под ту или иную отрасль сельского хозяй-

ства их природные свойства реализуются неполно. Правильной и экономически выгодной формой использования песков является комплексное их освоение (А. Е. Иванов, М. М. Дрюченко, 1969; В. Н. Виноградов, 1980, Н. Ф. Кулик, 1979), при котором тем или иным угодьям отводятся места, где они давали бы максимальный хозяйственный эффект.

Для решения вопросов комплексного освоения песчаных территорий все разнообразие песков, песчаных и супесчаных почв отдельных массивов объединяют в основные хозяйственные типы (агропроизводственные группы) применительно к возможному развитию отдельных отраслей сельского хозяйства. Для этого предварительно изучается почвенный покров, характер растительности, водный режим песков, рельеф и др. Обычно выделяют следующие хозяйственные типы: а) лесные земли; б) полевые угодья (земли, пригодные для земледелия); в) кормовые угодья (естественные пастбища и сенокосы); г) садово-виноградные земли. Число групп и их удельный вес по отдельным аренам различные.

На песчаных массивах степной зоны имеют место все указанные виды хозяйственного использования песчаных земель. В полупустыне и пустыне база для комплексного освоения песчаных земель сокращается в результате выпадения земель лесного фонда и снижения удельного веса площадей, пригодных для выращивания садов и виноградников.

В последние годы разработана методика ландшафтно-хозяйственной классификации арен (А. С. Манаенков, Н. С. Зюзь, К. Н. Кулик, 1997). В целях определения пригодности земельных объектов для лесохозяйственного, лесохозяйственного, лесохозяйственного, лесохозяйственного, рекреационного и пастбищного освоения применена система оценочных баллов в виде неравномерных алгебраических шкал. Шкалы предусматривают экспертную оценку 16 важнейших эколого-хозяйственных факторов (ЭХФ), выбранных с учётом ландшафтных принципов организации производства и ранжированных по степени их значимости. Максимально возможные суммы баллов по отраслевым шкалам строго не коррелируют, но в целом отражают потребность формы освоения в природно-ресурсном потенциале. Представление о перспективе природопользования даёт доля участия в сумме баллов оценки 3-5 важнейших ЭХФ: чем она выше, тем строже требования к условиям среды и меньше возможность организации природопользования. Акцентируя внимание на природоохранно-рекреационном значении песчаных земель, эта методика будет способствовать их безопасному, полному и эффективному использованию.

При группировке песчаных земель в хозяйственные типы для комплексного освоения, в частности, Придонских песков руководствовались следующими положениями.

Для лесоразведения выделены земли, расположенные преимущественно на второй (боровой) террасе р. Дона и его притоков, включающие мало- и среднегумусные песчаные почвы, а также дерново-степные глинисто-песчаные и дефлированные черноземовидные почвы. ГВ здесь залегают на глубине 5-10 м. Лесистость песчаных территорий Придонья целесообразно поддерживать на уровне 30-40% (А. К. Кулик, 2005, А. С. Манаенков, 2004). Эти же земли могут использоваться и как пастбищные угодья.

Под полевые культуры с системой ПЗЛП выделены земли преимущественно на третьей террасе. Рельеф этих земель слабоволнистый и равнинный. Почвы черноземовидные супесчаные с уплотненным иллювиальным горизонтом. Мощность гумусового горизонта 80-100 см, содержание гумуса около 1%, мелкозема 5-15%. Встречаются глубокогумусированные дерново-степные почвы. Верховодка отсутствует. ГВ залегают на глубине 15-20 м.

Под сады и виноградники выделены равнинные участки с глубокогумусированными черноземовидными песчаными и супесчаными достаточно увлажненными почвами с пресными ГВ на глубине 3-5 м. В этих же условиях хорошо растут садо- и виноградозащитные лесные полосы.

На Нижнеднепровских песках под облесение сосной массивами отводятся бугристые пески с примитивными малогумусными и дерновыми маломощными песчаными почвами, а также эродированные разности более богатых почв (тип условий местопроизрастания – боры и субори). На землях сельскохозяйственных предприятий этот тип земель может частично использоваться под регулируемый выпас. Межаренные пространства с черноземовидными супесчаными почвами используются под кормовые и зерновые культуры, для выращивания ранних овощей и садов семечковых пород. Этот же тип земель с более легкими почвами отводится в основном под виноградники и частично сады косточковых пород.

Характер видového подбора культур и их роста в зависимости от почвенно-грунтовых условий Нижнеднепровских песков показан на рис. 7. 15. Отчетливо прослеживается уменьшение габитуса растений по мере перехода от черноземовидных супесей межаренных пространств к бугристым пескам. Сокращаются также формы освоения этих земель.

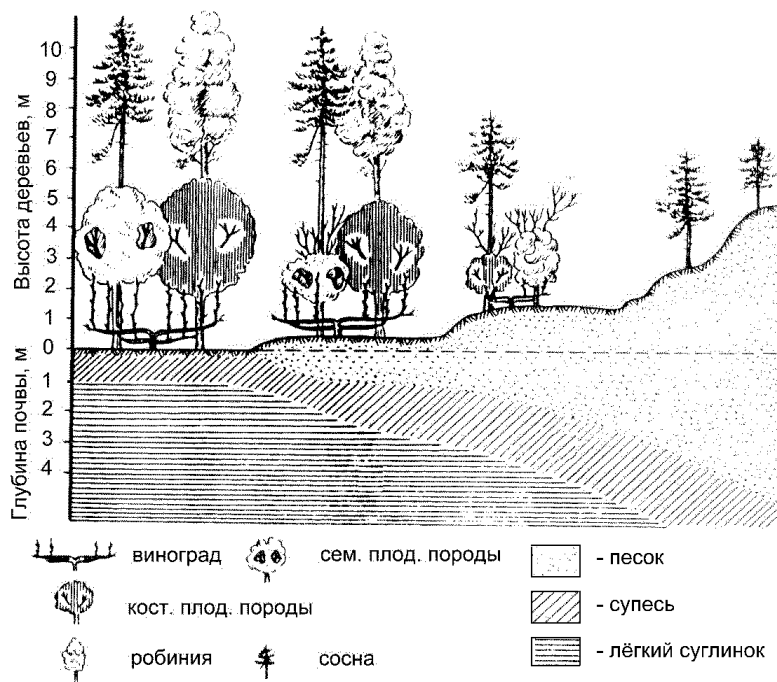


Рис. 7.15. Принципиальная схема роста и состояния плодовых пород, сосны, акации и винограда в зависимости от почвенно-грунтовых условий на Нижнеднепровских песках (По В. Н. Виноградову):  
1 – песок, 2 – супесь, 3 – легкий суглинок

На Терско-Кумских песках в лесной фонд выделяют площади со слабозаросшими бугристыми и барханными песками, не пригодными для сельского хозяйства, с уровнем средне- и слабоминерализованных ГВ до 8-10 м. Такие земли находятся преимущественно в западной (Бажиганские пески) и центральной (Терские пески) части массива. В северной (Кумские пески) и в восточной частях возможно только оазисное разведение леса. Под полевые угодья с системой ПЗЛП выделяют равнинные площади с черноземовидными, светло-каштановыми, луговыми песчаными и супесчаными почвами в южной и западной более влагообеспеченных частях Терско-Кумского массива. Под пастбища отводят земли, не пригодные или малоприспособленные для земледелия, садоводства и виноградарства. Под товарные сады и виноградники на Терско-Кумских песках пригодны равнинные площади с глубокогумусированными черноземовидными песчаными и супесчаными почвами в зоне выпадения 300 мм осадков и более. В настоящее время на Терско-Кумских песках созданы 4 винсовхоза на общей площади 3 тыс га. Они защищены лесными полосами, расположенными через 150-250 м. Урожай винограда (8-12 т/га) стабильные при высокой (22-25%) сахаристости ягод. В понижениях среди бугристых песков со слабоминерализованными ГВ, залегающими на глубине 2-3 м, создают локальные виноградники местного пользования.

На песках Северного Прикаспия пригодными для лесоразведения являются незаросшие барханные пески со средне- и слабоминерализованными ГВ на глубине до 8 м, а также участки заросших бугри-

стых песков в древних очагах дефляции, где зона аэрации промыта от солей и имеются запасы корнедоступных ГВ. Среди песчаных пастбищ встречаются лиманы, падины и другие понижения с хорошо увлажненными незасоленными почвами, пригодными для посева кормовых культур.

В пустынях Казахстана и Средней Азии лесоразведение ранее играло большую роль в создании топливной базы. Газификация этих районов значительно уменьшила топливное значение лесов. Сейчас пустынные леса, в основном саксауловые, выполняют пескозащитную (на открытых песках), мелиоративную (защита прилегающих угодий, в основном пастбищ, улучшение микроклимата) и кормовую (использование молодых ассимиляционных побегов на корм скоту) функции.

Использовать песчаные земли под лес в зоне достаточной водообеспеченности весьма экономически выгодно. Однажды посаженный лес практически не требует затрат 60-80 лет. За этот период накапливается древесина, продукты опада остаются на месте. В зоне аэрации идет процесс перераспределения питательных элементов. Верхние горизонты обогащаются гумусом. Кроме того, лес играет мелиоративную и природоохранную роль. Сосновые посадки надежно защищали пески от раздувания ветром, здесь сохраняются резервации животных и птиц. Однако в последнее двадцатилетие в связи с возросшей потребностью в продуктах питания значение леса как источника древесины в степной зоне несколько уменьшилось. Это связано с тем, что при эксплуатации насаждений обычно отбирается 10-15% годового прироста фитомассы. Остальные 85-90% остаются на месте. Другие фитоценозы (зерновые культуры, травы) дают возможность отбирать до 50-70% прироста фитомассы. Поэтому в последнее время песчаные земли чаще занимают под различные сельскохозяйственные культуры, пастбища, а лес все более и более приобретает защитные функции. Тем не менее, роль леса как источника древесины в малолесных степных районах остается достаточно большой. Фактический прирост древесины на песчаных землях довольно высоки, к возрасту рубок накапливается до 250-300 м<sup>3</sup> ценного древесного сырья (табл. 7.15). Производительность сосняков на песках Казахстана и Западной Сибири в целом несколько меньше, чем в европейской части, однако лесовыращивание и в этих районах рентабельно.

Из лиственных пород для облесения песков наиболее часто применяют робинию и тополя. Высокопроизводительные насаждения робинии встречаются на относительно плодородных почвах с прослой-

**Производительность сосновых насаждений на песках засушливых областей**

Песчаные массивы, условия произрастания	Возраст, лет	Характеристика древостоя		
		средняя высота, м	средний диаметр, см	запас древесины, м <sup>3</sup> /га
Нижнеднепровские пески: свежая суборь свежий бор влажная суборь	30	14,3	16,8	225
	53	13,0	18,5	119
	60	21,1	24,6	443
Придонские пески: сухой бор (Арчединский лесхоз) свежая суборь влажная суборь	55	11,0	11,3	94
	58	14,6	16,6	238
	62	18,3	20,2	328
Многоярусные почвы на конусах выноса	65	23,2	23,8	527

*Примечание. Данные по Нижнеднепровским и Придонским пескам по А. Е. Иванову и М. М. Дрюченко (1969) по Арчединскому лесхозу по А. Г. Гаелю и Н. Я. Бондаренко (1967).*

ками тяжелого грансостава. Так, на черноземовидных супесчаных почвах Нижнеднепровья робиния в возрасте 25 лет имеет высоту 16 м, диаметр на высоте груди 19,6 см, запас древесины 124 м<sup>3</sup>; в возрасте 50 лет соответственно 26 м, 41 см и 330 м<sup>3</sup>. На Терско-Кумских песках робиния не достигает таких показателей (высота 12-16 м, диаметр 16-20 см, запас древесины 140-160 м<sup>3</sup>) и долговечность ее здесь несколько ниже (30-40 лет). Порослевые насаждения имеют запас 60-80 м<sup>3</sup>. Древесина робинии высоко ценится в строительстве, а также используется для шпалерных столбов и подпор в виноградниках и садах.

На близководных участках песчаных земель широко практикуются посадки тополей (осокорь, канадский, евро-американские гибриды, нарынский и др.). На черноземовидных почвах Нижнеднепровья с близкими ГВ тополь Торопогрицкого имеет годовой прирост до 10-15 м<sup>3</sup>/га. В возрасте 12 лет запас древесины достигает 120 м<sup>3</sup>/га. На Терско-Кумских песках насаждения тополя гибридного, пирамидального в возрасте 16-18 лет имеют запас древесины до 120-140 м<sup>3</sup>/га. Редкоствольные насаждения этой породы при близких ГВ имеют производительность до 200 м<sup>3</sup>/га. Насаждения тополя нарынского, а также петты (тугайный, среднеазиатский тополь) обычно низкопроизводительны (40-60 м<sup>3</sup>/га) и играют в основном мелиоративную, природоохранную роль.

На близководных участках степной зоны с выпотным типом

водного режима на луговых песчаных почвах хорошо растет ольха. Ольшаники на надпойменной террасе у х. Семенова (Ростовская обл.) в возрасте 32 лет имели высоту 18 м, средний диаметр 25 см и запас древесины 228 м<sup>3</sup>/га. На кварцевых песках производительность и долговечность ольшаников ниже, однако они способствуют повышению плодородия этих чрезвычайно бедных участков.

Производительность саксауловых лесов в возрасте 30-40 лет в среднем составляет 25-30 т/га. Значение саксаула как топливного сырья хотя и снизилось, но перестойных насаждений в пустыне нет. Более того, местами ведется хищническая ломка посадок, уничтожается подрост. Высокопроизводительные насаждения становятся редкостью. Саксаул используется и как кормовое растение.

Лесохозяйственное производство (лесовыращивание, промышленная переработка древесины) на песчаных землях юга и юго-востока, за исключением полупустынных и пустынных районов, экономически эффективно. Рентабельность 20-40% и выше. По уровню рентабельности лесхозы степной зоны не уступают совхозам, работающим в сходных условиях. Крупным резервом повышения экономической эффективности лесохозяйственного производства является совершенствование и соблюдение агротехники создания лесных насаждений, правильный подбор площадки и породного состава с целью получения максимального эффекта и высокий уровень утилизации лесохозяйственной продукции. Так, лесные предприятия Херсонской обл., перерабатывая хвою и ветви сосны, утилизируют лесохозяйственную продукцию на 70%. При этом рентабельность достигает 60-80%.

С движением на юго-восток в пустынные районы уменьшается значение лесных насаждений как производителей древесины и возрастает их защитная функция (закрепление песков, защита полей, пастбищ, кошар, ферм и т. п.). Затраты на их выращивание возмещаются прибавкой продукции в сельскохозяйственном производстве (табл. 7.16).

Велика роль защитных насаждений на пастбищных угодьях. В безлесных районах Северного Прикаспия и Казахстана поздней осенью и ранней весной, а иногда и в зимний период, когда нет снега и используются пастбища, животные страдают от холодных буранов. В этот период пастьбу скота целесообразно проводить под защитой лесных полос. Особенно благоприятно такая система насаждений влияет на сохранность молодняка. Кроме того, лесные полосы, улучшая микроклимат, способствуют повышению урожайности трав в межполосных пространствах на 15-20%, а в зоне отложения снежных шлейфов – и более.



Таблица 7.16

**Урожайность сельхозкультур на песчаных землях  
под защитой лесных полос и без них (по В. А. Шамшину, 1981)**

Район, хозяйство	Культура	Урожайность, ц/га	
		под защитой лесных полос	контроль
Калачевский район: Колхоз "Россия" Быковская бахчевая селекционная опытная станция	Овес (сено)	12,8±1,5	10,4±1,0
	Озимая рожь (сено)	23,4±2,2	15,8±1,5
Николаевский: Совхоз "Путь к ко- мунизму"	Яровая пшеница (зерно)	6,5	5,5
	Ячмень (зерно)	8,2	7,7
Камышинский район, совхоз "Добринский"	Ячмень (зерно)	4,0	2,8
	Озимая рожь (зерно)	8,9	7,7
	Люцерна	18,0	15,8
	Житняк	11,3	9,4

Лесные полосы, созданные из саксаула, джужгуна, черкезов, могут служить дополнительным кормом. Джужгун в фазе цветения содержит более 5% протеина, 4% белка, 17-18% безазотистых экстрактивных веществ, 17,5% клетчатки (С. А. Никитин, 1966).

Древесные зонты, созданные в местах дневного отдыха животных, обеспечивают повышение их производительности по живому весу, настригу шерсти и сохранности ягнят на 8-10%.

Кольцевые защитные насаждения вокруг ферм защищают их от заноса песком и предохраняют прилегающие пастбища от разбивания. Кроме того, древесно-кустарниковая растительность, чаще всего джужгунники, служат кормом во время снежных зим. В расчете на животноводческую точку в 1000 голов овец кольцевые джужгунники сохраняют около 100 га пастбищ и сокращают ежедневные перегоны от ночевки к местам кормления на 1,5-2,0 км. В Северном Казахстане и Западной Сибири прифермские насаждения защищают постройки от заноса снегом. По данным М. Ф. Филиппова (1979), один гектар прифермских ЗЛН в возрасте 5-6 лет задерживает 14,3 тыс м<sup>3</sup> снега и существенно снижает затраты на борьбу со снежными заносами.

### 7.3. Закрепление песков

Как уже отмечалось, основным агентом возбуждения активности дефляционного опустынивания угодий на легких почвогрунтах

засушливого пояса в историческое время выступает нерациональная деятельность человека, сопровождающаяся уничтожением растительного покрова чрезмерной нагрузкой скотом, рыхлением почвы; воздействием транспорта при проведении инженерно-строительных работ и т. п. Превращение их в подвижные пески в различных физико-географических и ландшафтно-хозяйственных условиях происходит в течение 1-7 лет. На естественное зарастание уходит 15-20 лет и более. Самозарастание крупных активно развивающихся очагов дефляции легких почв на истощенных пастбищах аридных областей вообще проблематично. Дефляция приводит к обеднению педосферы (отвейванию мелкозема и гумуса), усложнению рельефа, засыпанию населенных пунктов, повреждению объектов хозяйственной инфраструктуры, загрязнению воздушного бассейна, усилению засушливости климата. Это, в конечном счете, разрушает среду обитания человека, вызывает устойчивые негативные демографические процессы.

В Европейской России процесс образования подвижных песков как осязаемое бедствие возник уже в XVIII в. в семиаридных областях, постепенно расширяясь и перемещаясь на юг и юго-восток по мере строительства железных дорог и интенсивного хозяйственного освоения новых территорий. Одновременно накапливался и развивался опыт выполнения пескозакрепительных работ. Их основными центрами в XVIII-XIX столетиях становятся Приднепровские, Придонецкие и Придонские пески, в конце XIX-XX в. пески Волго-Уральского, Кумо-Волжского междуречий (Астраханские), Дагестанские приморские и Терско-Кумские пески, песчаные пустыни Средней Азии (Туркменистан, Узбекистан) и Казахстана (Приаралье). В 70-80-х годах минувшего столетия особое внимание привлекла антропогенная пустыня, образовавшаяся на отгонных пастбищах Черных земель Калмыкии, где годичный прирост разрушенных дефляцией земель достигал 4-8% площади охваченной территории, или около 50 тыс га (В. И. Петров, К. Н. Кулик, 1987).

### 7.3.1. Научные основы закрепления песков

Приемы пескозакрепительного дела известны и совершенствуются многие столетия. При организации работ учитывают совокупность естественно-исторических, хозяйственно-экономических и социальных условий.

Все планируемые мероприятия подразделяют на профилактические

ские, направленные на стимулирование самозарастания песков и предупреждение появления новых очагов развевания, и активные (мелиоративные работы по превращению открытых песков в пастбища и лесные угодья, защите хозяйственных объектов от заносов и выдувания).

Активное закрепление может состоять из установки и переноса механических защит, воздействия на поверхность песка химическими средствами, применения фитомелиорации (биологического способа) или комбинированного (смешанного) способа, при котором стабилизация поверхности песка механическими и химическими средствами используется как вспомогательная мера, направленная на ускорение формирования устойчивого покрова из культивируемых растений.

Прообразом механических защит, по-видимому, служат досчатые палисады, ряды сосновых веток, хворостяные, камышовые и другие устилы, использованные в 1787 г. французским инженером путей сообщения Бремонтье при закреплении прибрежных (передовых) дюн Гасконгского залива. Однако М. П. Петров (1950) считает, что в Средней Азии они применялись с давних времен.

В отечественной практике для закрепления материковых песков мертвые защиты стали широко использоваться с XIX столетия. В довоенный период была разработана и испытана целая серия таких защит, основанных на использовании надземной части мертвых растений (тростника, рогоза, аристид, кияка, чия, эриантуса, полыней, ветвей кустарников и т. д.): рядовые и клеточные заборчики, торчковые (пучковые) защиты, валики, рядовые, сплошные устилочные и устильно-прожимные защиты (М. А. Орлов, 1940; П. Г. Язан, 1955). Для борьбы с песками вблизи железнодорожного полотна и других объектов применялись непроницаемые щиты из мертвых растений, проницаемые снеговые и палисадные деревянные щиты.

Технические характеристики и технологические особенности установки мертвых защит подробно описаны М. П. Петровым (1950). В аэродинамическом отношении все их многообразие он свел к нескольким основным типам: непроницаемые линейные (высокорядные, полускрытые, скрытые и устилочные защиты, а также торчковые защиты) и проницаемые (решетчатые или скважные щиты). Эта классификация принципиально не изменена до последнего времени.

На ограниченной площади, в основном для защиты ценных хозяйственных объектов (дорог, трубопроводов, линий связи, опор ЛЭП и т. п.), осуществляют устройство гравийных полос, обработанных вяжущими веществами песчаных канав-валов или твердых верти-

кальных стенок из склеенного песка, клеточных защит из досок или цементно-песчаных смесей, защит из пленочного материала и др.

Высокорядные (высотой над поверхностью песка 0,75-1,0 м) непроницаемые и проницаемые (рядовые, клеточные) защиты служат для накопления и перемещения больших масс песка. Полускрытые (0,2-0,3 м) – для выравнивания рельефа барханов, накопления в межбарханых понижениях песка, снега и стабилизации поверхности. Скрытые (стоячие высотой до 5-10 см и устилочные) – для фиксации рельефа или укрепления поверхности, но они не предохраняют растения от засекания.

Высокая эффективность механических защит при фитомелиорации обусловлена снижением активности эрозионно-аккумулятивных процессов, дополнительным накоплением и сохранением влаги, улучшением термического режима песка. К недостаткам относят ускоренное уплотнение песка, быстрое изменение аэродинамических свойств защит, большие затраты ручного труда и материалов.

Альтернатива механическим защитам – физико-химические способы воздействия на эоловую поверхность. Уже в начале XX в. для укрепления полотна железной дороги использовали покрытие песка глиной слоем до 15 см (А. А. Ходжаев, 1947). В целях оструктурирования почвы и предотвращения процессов эрозии в 30-х годах испытывались различные органические соединения: вискоза, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин и др., а также битумная эмульсия (в пропорции 1:1, 20 т/га) для цементации поверхности песка (Н. Т. Захаров, И. Б. Ревут, 1954). Для закрепления песков вдоль дорог, трубопроводов, у опор ЛЭП, на пастбищах Юго-Востока и Средней Азии успешно применяли (В. С. Габай, 1965, 1970) полиакриламид (ПАА) – нэрозин (3 т/га) и его водную эмульсию (до 1,5 т/га нэрозина), а также полимеры серии "К" (латексы).

При закреплении песков в Астраханской обл. и Ставропольском крае хорошие результаты дает нанесение на поверхность арланской нефти, в Казахстане и Средней Азии нефти мангышлакской и промыслов Небит-Дага, а также ряда других соединений, подробно описанных в работах А. С. Подгорного (1980), А. Г. Бабаева и др. (1986).

Склеивающие препараты образуют достаточно устойчивую корку, сохраняющуюся в течение 2-6 лет, как правило, не оказывают ингибирующего действия на семена, проростки и саженцы травянистых, древесно-кустарниковых растений и дают наибольший эффект в сочетании с фитомелиорацией. Однако остаются дорогостоящим сред-

ством (от 300-500 до 1000 руб/га в ценах до 1982 г.), для приготовления и нанесения растворов требуются специальные механизмы. Их применение также ограничивается территориями вокруг ценных объектов хозяйственной инфраструктуры.

Наибольшее распространение получила мелиорация открытых песков местными видами псаммофитных растений (М. А. Орлов, 1940; А. Г. Гель, 1949; Т. Ф. Якубов, 1951; И. А. Свинцов, 1981). Как правило, различают закрепление песков травами и древесно-кустарниковыми породами.

В повышении эффективности борьбы с подвижными песками важную роль сыграли исследования отечественных ученых, посвященные изучению физических основ дефляции почв, массы переноса песка, особенностей движения эоловых форм рельефа, отложения наноса и т.п.

Н. А. Соколов, Б. П. Орлов, А. И. Знаменский, А. К. Дюнин, А. П. Иванов и др. установили скорость ветра у поверхности, которая приводит к отрыву и перемещению песчинок. Для мелкой фракции (0,05-0,025 мм) она составляет 4-6,7 м/с, средней (0,25-0,50) 6,7-8,4, крупной (0,5-1,0 мм и более) 8,4-13,0 м/с и в большой мере зависит от влажности отложений. Крупные зерна перемещаются скольжением или перекатыванием, средние и отчасти мелкие скачками ("сальтацией"), ударами при падении содействуя перемещению более крупных зерен. Мелкий песок и пыль переносятся во взвешенном состоянии. Около 90% песка переносится в слое высотой до 10 см, остальная часть на большей высоте (при ветре у поверхности 5 м/с до 30 см). Максимальное насыщение воздушного потока песком происходит на наветренном склоне бархана – в зоне выноса, которую можно рассматривать как "путь предельного насыщения". Разгружается поток на его гребне, образуя завихрения за склоном осыпания.

Л. Г. Добрин, А. П. Иванов изучили закономерности динамики поверхности барханов и определили, что их образование происходит в результате взаимодействия ветропесчаного потока и вихрей, возникающих у препятствий в пограничном слое. Массоперенос в потоке воздуха возрастает в пропорции, близкой к кубу его скорости.

А. В. Дубянский, Б. П. Орлов, М. П. Петров исследовали ветровой режим и выявили три основных типа движения барханных цепей, характерных для аридной зоны б. СССР: поступательный (перемещение вперед до нескольких десятков метров в год) в районах с постоянными ветрами одного направления; колебательный (вперед – назад) – при равенстве энергии ветров разных направлений; поступательно-

колебательный – при неполном противодействии (уравновешивании) ветров одного направления другим.

И. П. Свинцов, В. П. Чередниченко классифицировали песчаные поверхности по энергии дефляционных процессов и установили, что наиболее активный перенос песка и худшие условия для формирования растительного покрова складываются на барханных песках, лежащих на плотных породах (такырах, шорах, выходах коренных пород).

А. С. Степанов (1959) изучил ветроломную эффективность различных конструкций механических защит, их систем, а также различных видов растений, разработал методику расчета параметров и рекомендации по оптимальному размещению защит при разных углах наклона поверхности и скоростях переноса песка.

Знание закономерностей дефляционных процессов позволило разработать принципы и технологии защиты населенных пунктов и хозяйственных объектов.

Глубокие коррективы в способы и возможности фитомелиорации, освоения песчаных массивов внесли исследования динамики водно-солевого режима зоны аэрации при развевании и зарастании песков (Н. Ф. Кулик, 1979; В. И. Петров, 1986), надежные технологии выращивания сеянцев джужгуна, саксаула, тамарикса, а также средства механизации работ на песках, разработанные во ВНИАЛМИ.

Большое значение для успеха фитомелиорации угодий имело развитие типологии открытых песков. Так, в Астраханской губернии выделяли пески начальной стадии развевания, мелкие, средней глубины и глубокие; небольшие и крупные песчаные массивы, а также пески северной и южной приморских частей (М. А. Орлов, 1940), позднее отнесенные к полупустынной и пустынной зонам. В последующем этот подход получил развитие.

Наиболее объективно условия и возможности пескозакрепления отражает классификация песков Средней Азии С. П. Ратьковского (1949, 1964), усовершенствованная и адаптированная для всей пустынной зоны б. СССР М. П. Петровым. Интерес представляет также её развитие, выполненное А. Г. Бабаевым на примере оазисных песков Туркменистана. В основе его классификации, кроме зональных условий увлажнения, водно-солевых свойств подстилающих пород, лежит комплексная оценка мощности эолового наноса, формы и глубины расчленения рельефа, типа движения и степени подвижности песка, особенностей происхождения очагов дефляции и т. п., определяющих тип лесорастительных условий, выбор направления и способа освоения песков.

В определенной мере эти классификации применимы и при фитомелиорации мелкобарханных песков Российского Прикаспия, возникших в послевоенное время вследствие распашки свыше 150 тыс га в основном супесчаных почв и перевыпаса на сотнях тысяч гектаров. Они лежат на плотных слабо водопроницаемых горизонтах почвы и тяжелых засоленных морских отложениях с неоднородным по площади водно-солевым режимом, отличаются очень активным колебательно-поступательным перемещением цепей и переносом по обнажениям подстилающей поверхности и над ней между цепями барханов (5б тип дефляции по И. П. Свинцову и В. П. Чередниченко, 1986).

Так, М. П. Петров (1950) выделяет два крупных типа песков: подвижные, лежащие на плотных, слабоводопроницаемых отложениях с недоступными для растений ГВ; подвижные, лежащие на рыхлых водопроницаемых отложениях обычно с доступными ГВ.

Первый тип он подразделил на два подтипа: пески на сильноминерализованных третичных наиболее древних отложениях (песчаниках, глинах, конгломератах) и пески на глинистых и суглинистых такырах с большой водонепроницаемой толщей. Второй тип – на три подтипа: пески южных пустынь на древних речных или морских отложениях с сильноминерализованными ГВ; пески (в основном северных пустынь) на речных отложениях с пресными или слабозасоленными ГВ; пески на заброшенных культурных землях в оазисах речных долин и дельт с близкими обычно пресными ГВ.

В пределах перечисленных подтипов автор выделяет по 3-4 группы песков с разными мощностью эолового наноса в межбарханных пространствах (понижениях) и высотой барханных цепей, определяющих их подвижность и водно-солевой режим зоны аэрации: маломощные – пески, частично или сплошь покрывающие коренную породу с мощностью слоя эола менее 1 м и высотой барханов до 1-3 м; среднемощные (соответственно 1-2 и до 3 м), мощные (2-5 и 3-5 м) и очень мощные (слой песка в межбарханных понижениях более 5 м, высота барханов до 10-15 м). При выборе характера пескозакрепительных работ он рекомендует особенно тщательно изучать лесорастительные условия в межбарханных понижениях, где в первую очередь и следует проводить посадки и посевы растений. "Барханные же цепи, будучи сильно подвижными, должны быть выровнены нивелировочными механическими защитами. Только после этого на них можно производить посевы и посадки растений-пескоукрепителей в рядовых или клеточных защитах" (с. 238).

Наиболее сложные условия для реставрации растительного покрова складываются на маломощных песках. При их закреплении важнейшим приемом М. П. Петров считает дальнейшее их накопление и более равномерное распределение по всей площади до мощности не менее 1 м с помощью устилочных или рядовых механических защит и выравнивание барханов. Культивировать на них он предлагает травы. "Для кустарниковых растений необходимы более мощные скопления песка" (с. 249). Такой же вывод был сделан и из опыта закрепления Астраханских песков.

### 7.3.2. Приемы и эффективность фитомелиорации открытых песков на юге России

Практический опыт, накопленный в семиаридной зоне России, уже в начале XIX столетия определил главные направления и эффективные приемы выполнения работ, кратко сформулированные Фрейрейсом в "Лесном журнале" за 1934 г.: 1) сплошная посадка шелюги (желтой) в борозды под плуг для создания ее кустарниковых зарослей; 2) узкополосная посадка шелюги черенками в борозды под плуг для создания защитных полос с целью посева между ними древесных пород – сосны, дуба и пр.; 3) широкополосная посадка шелюги в борозды под плуг для создания смешанных древесно-кустарниковых насаждений из шелюги и осокоря. К середине века только в Украинском и Новороссийском военных округах имелось около 10000 десятин лесных культур, созданных такими способами.

Позднее широкое применение получило шелюгование песков укладкой 2-3-летних побегов (хлыстов длиной 1-2 м) в плужные борозды (6-10 скл. м/га) и посадкой черенков (длиной 30-40 см) под меч Колесова с последующим вводом преимущественно сосны (обыкновенной и крымской) посадкой сеянцев (А. Е. Иванов, М. М. Дрюченко, 1969). Негативное влияние корней шелюги на развитие саженцев деревьев устраняют подрезкой их у крайних рядов плугом. Иногда создание пескоукрепительных шелюговых кулис заменяют установкой рядовых высоких веточных защит. При закреплении небольших очагов дефляции положительные результаты дает рядовая посадка стеблевых черенков полыни песчаной, корневищ пырея пушистоцветкового, вейника и других трав, а также пырея в сочетании с рядами ракитника. В лесостепных и степных районах в адаптированном к современным средствам механизации виде эти приемы закрепления



песков используются до последнего времени.

В Астраханской губернии (Астраханский округ, Киргизская и Калмыцкая степи), где уже в 70-е годы XIX столетия имелось около 4 млн десятин (19,8% всей площади) подвижных песков, а их ежегодный прирост достигал 1% (40 тыс десятин, А. Фок, 1893), наиболее приемлемыми оказались меры, направленные на содействие естественному процессу зарастания песков. В силу большей сухости и подвижности эоловых отложений применение "северного" опыта закрепления и облесения песков не дало ожидаемого результата. Потребовался поиск новых приемов.

Большим достижением стала разработка и применение различных типов механических защит: полускрытых (заборчиков из тростника, полыни песчаной (чагыра) и других трав высотой до 30 см), устилочных, устилочно-прожимных (из соломы кияка), торчковых (из пучков чагыра, чернобыла, установленных в шахматном порядке) и других, использовавшихся в основном для закрепления глубоких песков. После их устройства на таких песках хорошие результаты давали посадки под лом, кол, меч Колесова удлиненных (50-60см) черенков шелуги красной, ивы каспийской, тополя нарынского, тамарикса (Ф. А. Аверьянов, 1916), однолетних сеянцев джужгуна безлистного, а также посевы джужгуна, кияка, кумарчика (Ф. И. Готшалк, 1915), активно поселялись степные травы. Но распространения они не получили из-за большой трудоемкости (от 23 до 47 чел.-дней, 4-5 коне-дней) и потребности в растительном материале (на 1 га площади 600-1000 снопов соломы окружностью 1 м). За весь довоенный период с применением механических защит было закреплено всего 2355 га, т. е. немногим более 0,5% ежегодного прироста площади подвижных песков.

При закреплении песков вдоль полотна Рязано-Уральской железной дороги, кроме ив и джужгуна безлистного, использовали джужгуны древовидный и мертвая голова, но они оказались недолговечными. Другие среднеазиатские виды – саксаул черный и черкез – погибали от морозов.

При реставрации пастбищ на мелких карбонатных песках наибольшую эффективность показали посевы семян трав с заделкой их в почву понижений между барханами по принципу создания маяков обсеменения. Первый положительный опыт был получен еще в 1886-1889 гг. А. Дрейером при закреплении песков "Шегрете" и "Суриковские" (к юго-востоку от озера Баскунчак) на нескольких сотнях гектаров. Он использовал посевы семян кияка, кумарчика и якорцев земляных. Пески

заросли в основном вследствие появления густых всходов кияка по плужным бороздам, нарезанным через 0,7 м между барханами, а в последующем в посевных лунках, устроенных через два года в песке оставившихся барханов. Большое участие в зарастании приняли всходы трав-пришельцев (полыней венечной и песчаной, солянок, молочая и др.), появившиеся под защитой кияка. Кумарчик при закреплении песков заметного распространения не получил.

К сожалению, этот опыт не нашел должного применения. В начале следующего столетия он был переоткрыт в виде посевов по понижениям среди барханов семян кияка (4-8 кг/га) и кумарчика (2-4 кг/га) под лопату в лунки глубиной 13-16 см, размещенные по схеме 1x1 шаг. При этом использование кумарчика, вопреки прогнозам В. А. Палецкого, также оказалось малорезультативным. Ф. А. Аверьянов объясняет это поздним (июнь) появлением его всходов и большой зависимостью их от погодных условий, короткой вегетацией кустов (2-3 месяца), после чего они срезаются и уносятся ветром, а пески снова оголяются.

Лучшими сроками были признаны раннеосенний посев кияка и осенний кумарчика. За 1909-1929 гг. таким путем было засеяно 53,2 тыс га (в пересчете на сплошную площадь), заросло 530 тыс га песков. По разным оценкам скорость естественного зарастания Астраханских песков от "маяков обсеменения" из кияка составляла от 7,5 до 3,2% в год от площади посевов в зависимости от свойств песка и размера массива, снижаясь к югу. На закрепленных травами песках уже на 3-4-й год формировался хороший урожай пастбищного корма – до 10-15 ц/га в пересчете на сено.

На Хошеутовском пескозакрепительном участке положительные результаты на межбарханных участках давал посев в лунки семян джужгуна безлистного, а также посадка кияка, но она связана с большими затратами ручного труда (3-4 чел.-дня/га). Более производительным, но менее эффективным оказался свободный посев (вразброс) семян трав с верблюда (10-15 га за 8-часовой рабочий день) и коня (20-25 га) увеличенной в 1,5-2 раза нормой высева по наиболее защищенным участкам песков (М. А. Орлов, 1940).

На Дагестанских и Терско-Кумских аренах применялись устильно-черенковый (хлыстами, помещенными в борозды) способ (Б. И. Богоявленского) разведения шелюги, осокоря (на выщелоченных), тамарикса (на засоленных) песках, его более дешевые модификации – защиты-валики из тростника, притуженные крестообразно воткнутыми в песок (на глубину 30-40 см) черенками (П. Г. Язан, 1955), а

также защиты-заборчики из вегетативных побегов (зеленых черенков) полыни песчаной (по методу В. Н. Джевинского). Эти приемы обеспечивают быстрое самозарождение песков, но трудоемки и дороги, поэтому и здесь большее распространение получили свободные посевы трав (с коня). В 1931-1932 гг. на среднебарханных песках "Уразгул" на площади 3872 га был проведен аэросев кияка (8 кг/га плотного посева) примерно 8-метровыми полосами с пропусками такой же ширины. Он обеспечил высокую первоначальную равномерность распределения семян по засеваемой площади. Но уже при слабом (2-3 м/с) ветре они перемещались и скапливались в различных углублениях поверхности песка, а при более сильном – сдувались с возвышенных мест к подошвам наветренных и заветренных склонов барханов, где и прорастали (Н. А. Смирнов, 1961, 1962). При небольшой разовой загрузке семян аэросев оказался дороже посева с коня. В целом свободные посевы семян трав-псаммофитов (проведенные на 10 тыс га) признаны малоэффективным способом закрепления барханных песков, подстилаемых на различной глубине суглинком, особенно на крупных массивах (в несколько сотен гектаров). По наблюдениям Н. А. Смирнова, посадки и посевы трав на этих песках "не дают положительного результата ввиду выдувания, засекания и засыпания растений".

Опыт аэросева обескрыленных семян саксаулов в Узбекистане (1933-1934 гг.) и Туркмении (1938-1941 гг.) привел к выводу о том, что его следует применять на полузаросших песках, т. е. при умеренной дефляции поверхности: "...на оголенных барханных песках эффективность аэросева ниже – в результате сдувания семян в котловины выдувания и засыпания всходов" (И. П. Свинцов, 1981, с. 125). "На пятнах голых такыров, расположенных иногда среди песков, аэросев возможен только после предварительной подготовки их путем бороздования с целью опесчанивания" (М. П. Петров, 1950, с. 354).

К выводу о необходимости предварительной нарезки песко- и влагонакопительных борозд (плугами, канавокопателями) при лесомелиорации котловин выдувания, такыровидных обнажений и такыров в Средней Азии пришли и многие другие исследователи.

В целом было установлено, что пескоукрепительные работы следует вести дифференцированно в зависимости от мощности, влажности, засоленности песка, размеров массивов опустынивания, сосредоточивая их в понижениях между барханами, цепями барханов на относительно защищенных участках с обнаженными или прикрытыми песком непереветными отложениями. При небольшой мощности эолового слоя, не-

значительной глубине промачивания и рассоления подстилающих пород преимущество должно отдаваться песколюбивым травам.

С 50-х годов начинают закреплять пески длинными черенками, сеянцами и саженцами древесных и кустарниковых растений без применения механических защит. Эффективными оказались ручная посадка в ямки глубиной 60-70 см и борозды глубиной 60 см, устроенные плантажным плугом, 2-летних черенковых саженцев (в основном тополя евро-американского) высотой 150-250 см (приживаемость 60-80%), а также механизированная посадка (на глубину 60 см) переоборудованной виноградной машиной ВУМ-60 (В. С. Габай, А. И. Полякова, 1967) и на глубину 60-70 см специально сконструированной (ВНИАЛМИ) сажалкой МЛБ-1 (ЛМБП-1) черенковых саженцев тополей, шелюги, саженцев и сеянцев акации белой, вяза мелколистного, джужгуна безлистного высотой 120 см и более. Приживаемость при машинной посадке составила 60-90%. При расстоянии между рядами 3-4 м перенос песка по лесокультурной площади прекращался на 3-4-й год. Наибольшую производительность работ (35 чел.-ч, 0,45 тракторосмен, 1,5 авто-смены, 2,0-2,5 тыс растений на 1 га) обеспечивает МЛБ-1. При этом на стоимость посадочного материала приходится около 50% всех затрат (Н. Ф. Кулик и др., 1982).

Способ глубокой механизированной посадки крупными растениями (разработан во ВНИАЛМИ) считается главным достижением в пескозакрепительной практике послевоенного времени. В 70-80-е годы он стал основным при закреплении глубоких тракторопроходимых песков Северо-Западного Прикаспия с годовой амплитудой поверхности рельефа до 30-40 см. К началу 80-х годов с его помощью было создано около 1000 га древесно-кустарниковых насаждений. Однако в аридных областях СССР с большей изменчивостью рельефа (подвижностью) песков он не нашел широкого применения (А. О. Овезлиев, И. П. Свинцов, 1986).

Создание эколого-морфологической классификации современных очагов дефляционного опустынивания (В. И. Петров, А. Н. Кузин, И. А. Филимонов, 1979) дало импульс развитию внутриочаговой дифференциации фитомелиоративных работ. В конце 70-х – начале 80-х годов минувшего века ВНИАЛМИ была разработана технология реставрации растительного покрова в небольших по площади деструктивных областях (подах) очагов опустынивания пастбищ в Северо-Западном Прикаспии после закрепления барханов. Она заключается в механизированной посадке стандартных сеянцев тамарикса

(полупустынная зона) и джужгуна (сухая степь) по оси лент безотвального рыхления почвы на глубину 30-40 см с последующим вводом в междурядные пространства кормовых трав. Были испытаны также способы создания кустарниковых пастбищ в очагах начальной стадии развития и в аккумулятивных областях развитых очагов дефляции кулисной или сплошной посадкой однолетних сеянцев саксаула, тамарикса, джужгуна, терескена машинами типа СЛЧ-1 (СЛН-1) без предварительной обработки почвы. Эффективность этих способов осталась невыясненной из-за ограниченности их применения.

В степной и сухостепной зонах, где открытые пески не засолены и располагают большими запасами пресных ГВ, их закрепляют нетребовательными к плодородию породами деревьев с целью создания лесных или смешанных угодий, стоимость древесины которых возмещает затраты на выращивание насаждений. В полупустыне и пустыне используют различные виды и гибриды тополей, вяз приземистый, робинию, шелковицу, а также кустарники-мезофиты: шелюгу, иву каспийскую, лох узколистный, боярышники, смородину золотую, – но предпочтение отдают посадкам джужгуна, тамарикса, терескена с подсевом через 2-3 года кормовых культур (прутняка, житняка, волоснеца, катрана и др.). В результате на песках со средней мощностью слоя зола 1 м и более формируются высокоустойчивые к дефляции кустарниково-травяные пастбища с годичным урожаем кормовой массы до 10-15 ц/га. Приморские пески Азербайджанского побережья Каспия успешно мелиорируют посадкой 2-3-летних растений чингиля серебристого (чемыша).

При закреплении мелкобарханных песков, в том числе и в молодых очагах опустынивания с небольшим запасом зола и обширными слабоволнистыми участками обнажений эродированных слоев связно-песчаных почв, вплоть до середины 80-х годов настойчиво рекомендовалось использовать посадку сеянцев (саженцев) джужгуна безлистного, тамарикса ветвистого различных размеров в зависимости от годовой амплитуды рельефа, а также саксаула черного (при мощности песка 30-60 см).

Е. С. Павловский, В. И. Петров (1984) пришли к выводу, что "... джужгун безлистный способен образовывать кустарниковые насаждения во всем диапазоне солевого режима почвогрунтов, встречающихся на подвижных песках Северо-Западного Прикаспия, в том числе в молодых очагах дефляции с поверхностными эоловыми аккумуляциями на уплотненных засоленных грунтах супесчаного и суглинистого ме-

ханического состава" (с. 5). В Средней Азии при меньшей норме осадков М. П. Петров (1950), Н. К. Лалыменко (1973) при культивировании джужгуна на мелких песках, лежащих на твердых породах, напротив, рекомендуют предварительно накапливать эол слоем не менее 3 м.

Н. С. Зюзь (1978) пришел к твердому убеждению, что саксаул черный в Прикаспии можно выращивать на мелкобарханных песках, подстилаемых в незначительной степени рассоленными непереветными песчаными и супесчаными отложениями. При посадке крупными 1-2-летними сеянцами (МЛБ-1, ВУМ-60) с частичной заделкой их корневой системы в подстилающие отложения по широким (6-10 м) междурядьям 2-3-летнего джужгуна безлистного саксаул хорошо приживается и быстро развивается, особенно при доступных ГВ минерализацией до 10 г/л.

А. Г. Гаель (1973) на основе положительного опыта закрепления мелких полиминеральных песков травами предложил отказаться от использования кияка на Черных землях Калмыкии. Кияк (колосняк), по его мнению, "...обладает и многими недостатками: он образует высокие кочки-бугры и сильно иссушает пески, после чего быстро отмирает. Ручной посев его трудоемок, а аэросев, как показали производственные посевы в Терско-Кумских и других песках, не дал положительных результатов" (с. 210). Он предлагал заменить его житняком, прутняком, полынью белой. (Отметим, что искажение рельефа кияком, равно как и другими высокорослыми псаммофитами, происходит лишь в случаях неравномерного или редкого размещения их кустов и небольших куртин растений по площади, т. е. при неограниченном поступлении к ним массы песка).

Однако попытка проведения масштабных работ по подавлению вспышки дефляционного опустынивания на распаханых и окружающих сильносбитых пастбищах, предпринятая в 70-х – начале 80-х годов XX в., не подтвердила целесообразность использования большинства из приведенных выше приемов. В открытых со всех сторон ветру обширных деструктивных областях крупных очагов опустынивания посадки и посевы кустарников погибали в течение первых 1-3 лет вследствие засекания и выдувания растений. В барханных с редкими цепями высотой 0,2-1,2 м крупные сеянцы (саженцы) джужгуна, тамарикса, саксаула плохо приживались из-за низкого качества заделки корней в непереветные горизонты почвы машинами без уплотнительных катков, быстрой перестройки рельефа барханов в весенний период, а прижившиеся – уже во второй половине лета отмирали вслед-

ствие снижения энергии роста и высокой активности переноса песка (засекания растений). Свободные посевы семян кияка (10-15 кг/га), других трав также не дали положительного результата. Семена кияка (и других злаков) при посеве вразброс быстро выносились на периферию очагов, где в массе прорастали и гибли после иссушения почвы. Редкие всходы злаков и полыней на плотных горизонтах почвы уже в начале развития гибли от засекания и засыпания песком. Входы ку-марчика также не выносят интенсивного переноса песка.

### 7.3.3. Фитомелиорация крупных очагов современного опустынивания легких почв на пастбищах Прикаспия

Специальными исследованиями (А. С. Манаенков, 1984, К. Н. Кулик, 1986) было установлено, что крупные очаги и массивы дефляции на Черных землях (более 2/3 общей площади опустыненных земель), возникшие вследствие распашки и перевыпаса, в возрасте 10-20 лет продолжают активно расширяться, увеличиваясь на 8-10% в год. Они вытянуты в широтном направлении и в плане имеют флагообразные контуры. Их восточные границы почти соответствуют восточным границам пашни, а западные далеко вышли за её пределы в виде языков. В вертикальном разрезе это неглубокие (0,6-0,1 м) дефляционные котловины (ДК), с обнажениями иллювиальных горизонтов разрушаемой почвы, окруженные шлейфами песка (аккумулятивная область, АО). Они состоят из деструктивной области (ДО), занимающей в среднем 15-20% площади ДК) и практически лишенной эоловых аккумуляций, и деструктивно-аккумулятивной (ДАО), где эоловый материал сосредоточен в редких, низких, ориентированных поперек господствующих ветров барханных цепях эколого-морфологических областей. Зона аэрации непоревеянных отложений (5 м и более) сложена слоистыми суглинками и имеет локально-промывной водный режим. Мощность (0,5-3,0 м), обеспеченность буферными запасами доступной влаги (100-150 мм/м), выщелоченность (ионов 0,1-0,4%) пермацидного горизонта убывают в направлении расширения очагов и снижения возраста ДК, но существенно варьируют по их территории. Почвенный иллювий (0,3-0,6 м) содержит 7-14% CaCO<sub>3</sub>, 0,03-0,07% CaSO<sub>4</sub>. При высыхании он твердеет (до 15-40 кг/см<sup>2</sup>) и сдерживает развитие эрозии вглубь. Песок барханов освобожден от солей и содержит до 7-9% глины. Поревеяясь, к началу – концу июня он полностью иссушается. ГВ сильно минерализованы.

В целом измененные свойства выстилающих и эоловых отложе-

ний ДК благоприятны для формирования продуктивного растительного покрова из многолетних трав, полукустарников, кустарников группы ксерогалофитов и трав мезопсаммофитов. Но, по данным исследований А. С. Манаенкова (1984, 1993, 2004 и др.), освоению растительностью ДО препятствует ненасыщенный ветропесчаный поток, перемещающийся с большой скоростью (рис. 7.16), вызывающий разрушение на глубину 2-3 см в год и вынос почвы и семян, выдувание, засекание и засыпание всходов и саженцев. С позёмкой из ДАО в ДО ежегодно поступает (и возвращается назад) объем песка около  $10 \text{ м}^3/\text{пог. м}$  линии фронта переноса (и может быть использован для фи-

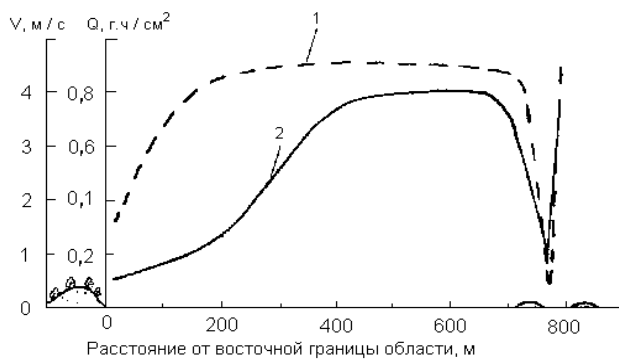


Рис. 7.16. Скорость  $V$  потока (1) и масса  $Q$  переносимого песка (2) в ДО массива дефляции на высоте 10 см при восточном ветре 6 м/с на высоте 2 м (1983 г.)

зической мелиорации почвогрунта). Поселению растительности в ДАО, кроме губительного переноса песка над поверхностью межбарханных понижений (даже в короткие периоды перестройки гребня цепей барханов, рис. 7.17), препятствует активное возвратно-поступательное перемещение барханов, большая динамичность отметок их рельефа и площади покрытия песком подстилающих отложений. Так, в октябре 1981 г. в мелком очаге под воздействием даже неустойчивых ветров скоростью от 3-5 до 10-12 м/с барханы высотой 0,5-1,5 м с длиной наветренного склона 6-8 м в течение 6 дней перемещались на 0,5-1,0 м/сут. В обширной ДАО при запасе подвижного песка около  $1000 \text{ м}^3/\text{га}$  возвратно-поступательное перемещение барханных цепей



Рис. 7.17. Изменение скорости  $V$  потока (1) и массы  $Q$  переносимого песка (2) на высоте 10 см над барханом и эродируемой почвой при восточном ветре 7,6 м/с на высоте 2 м (сентябрь 1984 г.)



за теплый период 1984 г. составило 76 м, устойчивое смещение на запад 24 м. Только 25,8% площади не занимали мигрирующие барханы и рельеф ее поверхности практически не колебался (около 36% от площади обнажений в марте). Средняя высота цепей барханов увеличилась с 68 см в марте до 108 см в сентябре 1984 г. и затем уменьшилась до 65 см в марте 1985 г. Амплитуда рельефа за этот период достигала 1,5-2,0 м. Покрытие песком площади с марта по июнь 1984 г. уменьшилось с 31,6 до 14,8% и в октябре снова увеличилось до 25,3%, а в марте 1985 г. – до 41,4%. С ноября 1984 г. по март 1985 г. цепи переместились (в основном за счет их выполаживания) на 15-20 м.

Песчаные шлейфы в АО не успевают изменять свойства зональных почв и быстро покрываются травами при зарастании ДК.

*Фитомелиорация деструктивных эколого-морфологических областей.* Были испытаны три способа посадки однолетних хорошо развитых семян саксаула черного, джужгуна безлистного и терескена серого: машиной МПП-1 в образуемые борозды, СЛН-1 по лентам шириной 1,1-1,2 м безотвального плантажа с глубиной рыхления 40-45 см и в необработанную почву. Схема размещения растений 5х1 м. Джужгун и терескен высаживали как весной, так и в зимний период.

Установлено, что на нешироких (до 50-60 м), защищенных песчаными валами с растительностью фрагментах ДО, где энергия переноса песка ослаблена, качественные саженцы хорошо (на 80-95%) приживаются и активно развиваются. Лишь терескен, у которого основная часть почек сосредоточена в нижней части стволика, дает повышенный отпад при быстром (вскоре после посадки) засыпании саженцев сухим песком (особенно весной) до 1/3-1/2 их высоты. По лентам плантажа приживаемость культур на 8-10% ниже из-за выдувания растений.

Мелиоративный эффект выше при посадке МПП-1 и по плантажу, поскольку ризосфера разрыхляется, опесчанивается и лучше увлажняется осадками. В бороздах зимней посадки спустя 8 месяцев твердость слоя 5-25 см оказалась на 2-14 кг/см<sup>2</sup> ниже, чем даже в лентах плантажа. Они полностью засыпаются песком в течение 1-2 месяцев в объеме около 10 м<sup>3</sup> на 100 пог. м. Вместе с песком в борозды и ленты плантажа попадают семена трав. В первую – вторую вегетации насаждений песок продолжает накапливаться в виде невысоких (20-50 см) шлейфов шириной 2-3 м, расположенных вдоль оси рядов кустарников и кулис трав (кияка), а в рядах кустарников по необработанной почве песка и трав – значительно меньше.

Благодаря буферным запасам почвенной влаги в первую вегета-

цию кустарники быстро развиваются. Терескен вступает в плодоношение. К концу июня второго года он образует крупные (высотой до 1,5 м и диаметром до 2 м и более) обильно цветущие кусты. При посадке в необработанную почву их надземная масса в воздушно-сухом состоянии достигает 40-45 ц/га. Из-за высокой конкуренции со стороны трав в культурах по бороздам и лентам плантажа она несколько меньше (около 40 и 30 ц/га). Но вместе с 2-летним кияком, образующим густые кулисы высотой 1,0-1,2 м и запасом сена 1,5-2,5 кг/пог. м, общий урожай фитомассы примерно вдвое больше. Осенью второго года на глубине 50-70 см формируется импермацидный (сухой) горизонт, а в третью вегетацию размеры и масса материнских кустов уменьшаются, но междурядья покрываются самосевом полукустарника и травами (эбелек, курай, верблюдка, щирца и др.). У джужгуна во вторую вегетацию ослабевают рост, внешний вид становится угнетенным, свидетельствуя о недолговечности этого псаммофита на останках почвы. Саксаул, напротив, усиленно растет, особенно при посадке в обработанную почву. В бороздах МПП-1 его отдельные трехлетние экземпляры достигают высоты 2,0-2,5 м.

Развитию корней кустарников препятствуют твердые карбонатный и гипсовый горизонты. Проходя через них, вертикальные корни приобретают штопорообразный вид. Напротив, влажные песчаные прослойки легко осваиваются во всех направлениях. У терескена хорошо развиваются и горизонтальные, и вертикальные отростки. Горизонтальная проекция корневой системы двухлетних кустов в диаметре превышает 3 м, а глубина проникновения корней 2 м. У джужгуна образуются 3-4 длинных (до 5 м) приповерхностных (на глубине 15-20 см) лентообразных корней с якорными отростками, направленными вниз и вверх, а слабоветвящийся стержневой и нисходящие якорные корни не опускаются ниже 1,5 м. Саксаул имеет разветвленную сеть стержневых глубоко проникающих корней. Рыхление и опесчанивание почвы способствует ветвлению и ускорению развития корневых систем, особенно у ксерофитов. Наибольший мелиоративный эффект обеспечивают борозды.

При освоении ДО шириной до 1,0-1,5 км независимо от срока и способа посадки качественные сеянцы приживаются также на 75-95%. Но губительное влияние ветропесчаного потока проявляется уже в первые недели теплого периода и постепенно усиливается, сдерживая развитие надземных органов. Резкое ухудшение состояния, отмирание саженцев и трав происходит во второй половине лета, свидетельствуя

о том, что устойчивость растений к засеканию определяется не столько механической прочностью их покровных тканей, сколько интенсивностью прироста биомассы, снижающейся по мере просыхания корнеобитаемого слоя. Быстрее угнетаются джужгун и саксаул. Они полностью теряют жизнеспособность к концу первой – середине второй вегетации; медленнее – посадки терескена, изреживаясь на 10-27% в год, они приобретают вид плантаций отмирающей низкорослой колючки.

Защитное влияние посадочных борозд МПП-1 сохраняется лишь 1-2 первых месяца. Большим эффектом обладает напашка ППУ-50А через 3-6 м борозд-валов между рядами посадки МПП-1 ранней весной. При этом накапливается 200-300 м<sup>3</sup>/га песка, замедляется заселение ДО сорными травами, на 15-20% повышается приживаемость и в 50-70 раз урожай биомассы однолетних саженцев терескена (табл. 7.17).

Таблица 7.17

**Влияние защитных борозд-валов (нарезаны ППУ-50А весной 1984 г.) на развитие терескена в бороздах МПП-1 (МЛУ-1) в ДО крупного массива дефляции легких почв. Совхоз им. Ю. А. Гагарина, 1984 г.**

Вариант	Срок посадки	Высота, см	Диаметр кроны, см	Сухая надземная масса, г
<i>В однолетнем возрасте</i>				
Без защит	01.84	11,1±0,7	7,0±0,4	2,5
Валы через 6 м	"-	43,4±1,3	47,7±1,2	160,2
Без защит	03.84	14,3±0,7	14,5±0,8	3,2
Валы через, м:	"-	49,1±1,3	46,0±1,2	171,3
12				
6	"-	59,8±1,4	56,0±1,3	232,6
3	"-	57,9±1,4	56,8±1,2	230,1
НСР <sub>05</sub>		3,1	2,8	-
<i>В двухлетнем возрасте</i>				
Без защит	12.82	21,6±1,3	19,1±1,2	7,2
Валы через, м:	"-	57,2±1,6	55,6±1,4	320,4
12				
6	"-	65,0±1,3	61,1±1,1	386,5
3	"-	67,4±1,7	84,5±1,3	475,3
Без защит	03.83	12,7±0,9	10,6±0,9	2,8
Валы через 6 м	"-	57,3±2,3	61,0±1,8	354,2
НСР <sub>05</sub>		4,2	3,6	-
<i>В трехлетнем возрасте</i>				
Без защит	03.82	14,1±0,6	6,4±0,4	3,7
Валы через 6 м	"-	47,0±1,8	49,6±1,5	270,1
Критерий различия		21,2	31,3	-

Угнетенные культуры реагируют на защиту слабее. Своевременно защищенные посадки терескена, как и в нешироких ДО, уже на второй год образуют устойчивые насаждения. Они задерживают снег, привлекают диких животных, обсеменяют междурядья и прилегающую зону ДАО шириной около 500 м и в последующие 5-7 лет продуцируют 20-40 ц/га корма в пересчете на сено. Ценность культурного пастбища повышают посевы терескена (табл. 7.18) и ценных кормовых растений (прутняк, житняк, пырей и др.) между рядами его посадки и кулисами его посевов. В смешанных посевах на 2-4-й год высота прутняка достигает 1 м, житняка ситникового, пырея сизого и солончакового 1,1-1,5 м. Урожайность корма увеличивается в 1,5-2,5 раза, повышается его качество. Прутняк и злаки, как и терескен, обильно плодоносят, ускоряя самозаращение ДК. Под защитой свежих борозд-валов высокую результативность посевов обеспечивает простейшая заделка семян зубowymi боронами, кольчато-шпоровыми катками и другими легкими орудиями.

Таблица 7.18

**Развитие насаждений терескена в деструктивной области массива дефляции. Совхоз "Молодежный"**

Способ создания	Сентябрь 1985 г.*		Сентябрь 1987 г.		
	Высота, см	Диаметр кроны, см	Высота, см	Диаметр кроны, см	Сухая масса, ц/га
Посадка сеянцев	49,4±1,4	47,3±1,2	107,2±1,7	105,0±1,9	18,0
Посев: под борону	8,2±0,4	10,8±0,6	92,0±1,6	94,8±2,7	47,5
под гусеницу ДТ-75	10,7±0,5	14,2±0,6	93,2±1,5	83,2±1,4	24,3

\* в первый год жизни.

*Восстановление пастбищ на мелкобарханных песках.* В ДАО аккумуляцию 800-900 м<sup>3</sup>/га песка, уменьшение объемной массы на 0,2-0,3 г/см<sup>3</sup> и МГ на 1,1-4,5% разрыхленного и опесчаненного слоя толщиной 40-65 см обеспечивает гребневание поверхности обнажений эродируемых горизонтов почвы между цепями барханов нарезкой сближенных (через 1,5-2,0 м) борозд-валов ППУ-50А. После заполнения борозд песком гребни отвалов выполняют функцию скрытых мехзащит, стабилизируя его поверхность, но не защищают от засекания высаженные в них ряды кустарников. Джужгун полностью выпадает в начале второй, терескен в конце третьей – четвертой вегетации. Подсев в посадки кумарчика (2 кг/га) или посев в свежие борозды-валы семян кияка (2-4 кг/га) приводит к образованию плотного травяного покрова высотой 1,0-1,5 м, активной аккумуляции эола в край-

них рядах, но и быстрому расходованию почвенной влаги, что подавляет развитие саженцев терескена. Недостатком способа является и его энергоемкость.

При посеве в свеженапаханные борозды-валы стабильно хорошие всходы дает кияк. Оптимум расхода качественных семян (40-100 всходов на м<sup>2</sup>) составляет около 3 кг/га (плотного посева) при глубине заделки их песком осенью 5-25, весной до 15 см. В осенних посевах всходы появляются уже в марте – начале апреля (в глубоких бороздах весенней и летней обработки почвы семена долгое время лежат под слоем сухого песка и частично теряют всхожесть). Они быстро растут и к середине второго лета образуют кусты высотой 1,0-1,5 м и запасом сена 14-26 ц/га в виде плотных устойчивых кулис, по краям которых накапливается большая масса песка.

Ускорение работ, повышение песконакопительной и защитной эффективности кулис обеспечивает напашка борозд через 3-5 м на глубину 15-20 см однокорпусными плугами в наиболее широких свободных от песка понижениях параллельно цепям барханов в виде лент, размещенных через 20-200 м и засеянных осенью. Надежны и эффективны кулисы кияка, созданные по лентам из 4-6 борозд через 20-50 м. На второй год они аккумулируют по 300-1600 м<sup>3</sup> песка в расчете на 100 пог. м длины (в зависимости от его запаса) в виде валов высотой до 1,0-1,5 м и шириной 10-20 м, занимающих 15-30% площади. Освобождаются от барханных цепей и защищаются от ветра межкулисные пространства. При этом заселение их травами начинается с первого года, а при расстоянии между кулисами 60-80 м со второго, 100-200 м с третьего года. Вводить терескен и другие растения между кулисами лучше всего в начале второй – третьей вегетации кияка. В этот период они не повреждаются ветропесчаным потоком и не имеют конкурентов за влагу. Киячно-терескеновые ценозы производят большую биомассу (табл. 7.19). Со второго года они могут использоваться как продуктивные пастбища, семенные плантации или очаги инспермации территории с урожаем семян 10 (кияк) – 20 (терескен) ц/га. У кияка основная масса семян прорастает у материнских кулис, а у терескена в междурядьях посадок, где появляется около 250-300 тыс/га всходов. Много семян терескена выносятся и на прилегающую территорию. В направлении рядов посадки и преобладающих ветров зона обсеменения расширяется в 10-15 раз, а количество однолетнего самосева высотой 60,2±2,4 см и диаметром кроны 63,5±1,9 см постепенно уменьшается до 20-40 шт/га на расстоянии 600 м от материнских насаждений, но при ширине междурядий посадки до 5 м их продуктивность снижается уже на 3-й год.

Таблица 7.19

**Приживаемость и развитие фитоценозов очагов облесения  
в барханной области массива опустынивания. Совхоз "Тавн-Гашунский"**

Вид	Время, способ создания	Месяц	Приживаемость %	Биометрические показатели				
				высота, см	диаметр кроны, см	сухая надземная масса, ц/га		
						побегов	семян	общая
<i>1987 г.</i>								
Кияк + терескен	10.86, посев	VI	50-60	50-70	-	не опр.	-	не опр.
		IX	80	70-100	-	5,6	-	5,6
	03.87, посадка (3x1 м)	VI	90	-	-	-	-	-
		IX	85	47,4±1,0	34,3±2,1	1,8	не опр.	1,8
<i>1988 г.</i>								
Кияк	10.86	VI	77	111,1±1,9	-	57,5	9,1	66,6
Терескен	03.87	VI	81	87,7±1,2	99,9±1,6	29,4	-	29,4
		IX	81	111,2±1,9	124,1±1,8	30,3	23,4	53,7
Терескен	03.88	VI	95	45,2±1,4	39,7±1,0	4,1	-	4,1
		IX	95	86,2±1,5	102,5±2,7	22,7	13,4	36,1

На площади около 8 тыс га испытан аэросев (АН-2 с устройством РТШ-1) кияка по лентам свежих борозд. Он в 4,5-8 раз против проектных норм сокращает расход семян, денежных средств и времени на выполнение пескозакрепительных работ. Лучший период аэросева октябрь – декабрь, его режим следующий: высота полета 5-10 м, скорость 150-160 км/ч, ширина засеваемой ленты 10-30 м, секундный расход семян 100-600 г, масса их загрузки в бункер и салон самолета 300-350 кг. Засеваемая площадь за один залет составляет 100-120 га.

Разработан метод ускорения и повышения качества фитомелиорации крупных очагов и массивов дефляции. Он заключается в выполнении работ на 30-50% площади ЭК и в последовательности освоения их территории, а также в преимущественном использовании ценных кормовых растений. Его реализуют мелиорацией площади ДО терескеном, прутняком, злаками за 1-3 года до начала работ в ДАО, созданием киячных кулис между цепями барханов на 15-30% площади ДАО, а через 1-2 года на 10-15% площади защищенных ими понижений очагов обсеменения из полукустарников и трав в виде коротких (20-30 м) участков с широкими (8-10 м) междурядьями в посадках с размещением их равномерно по территории ДАО. В результате обеспечивается частичный возврат песка и физическая мелиорация

почвы в ДО, самозаращение большей части площади ДАО и АО в течение 3-4 лет после окончания работ. Формируется устойчивый, продуктивный и питательный растительный покров. Решая проблемы подавления дефляции и коренной мелиорации растительного покрова пастбищ, этот метод также обеспечивает наиболее рациональную утилизацию многолетних запасов почвенной влаги.

#### **7.4. Лесоразведение на песках**

Выращивание леса и различных видов насаждений на песчаных землях является одним из важнейших элементов их комплексного освоения и средством мелиорации сельскохозяйственных, охотничьих и рекреационных угодий, а также защиты дорог, трубопроводов, жилых и производственных объектов от выдувания и заносов песком. Основное внимание уделяется выращиванию защитно-хозяйственных насаждений: массивных, кулисных, колковых. Для защиты полей сево- и пастбищеоборотов, садов, виноградников, питомников создаются лесные полосы. На лесохотничьих и рекреационных угодьях, кроме защитно-хозяйственных, могут выращиваться декоративные насаждения, кормовые плантации из поедаемых деревьев и кустарников, ремизы (укрытия для диких животных).

В зависимости от увлажненности территории и минерализации ГВ выделяют районы массивного (при годовой норме осадков в европейской части страны более 350, в Сибири 250-350 мм и выборочного (при меньшей норме осадков или сложном рельефе, пресных, слабо- и среднеминерализованных ГВ) облесения песков (Н. Ф. Кулик, Н. С. Зюзь, 1975).

В лесной и лесостепной зонах создают главным образом насаждения сосны обыкновенной: в сухих лесорастительных условиях однопородные (чистые), в свежих и влажных – с примесью берёзы. На площадях с близкими ГВ выращивают ивы в целях получения сырья для производства плетёной тары, мебели или корма для диких животных. При массивном облесении кварцевых песков степной зоны (Придонские, Придонецкие, Нижнеднепровские) главной породой также является сосна обыкновенная. На глинистых и полиминеральных песках южных и юго-западных, наиболее теплообеспеченных, районов (Приволжские, Терско-Кумские массивы) её смешивают с сосной крымской, австрийской или создают чистые насаждения этих пород (иногда ряды сосны чередуют с рядами покровных кустарников – смородины золотой, виш-

ни песчаной, облепихи, ирги). Площади с близкими ГВ осваивают под насаждения лиственных пород: тополя чёрного и евро-американского, робинии (акация белой), ветлы (ивы белой), ольхи черной – с опушками из дикоплодовых, колючих и декоративных кустарников (боярышников, тёрна, лоха, облепихи, ирги, шиповника и др.).

В районах выборочного облесения (северная пустынная, полупустынная и частично степная зоны, где недостаток атмосферных осадков, минеральная бедность или рельеф песков не позволяют создавать лесные массивы) насаждения древесных пород закладывают в виде кулис или колков на участках с корнедоступными пресными или слабоминерализованными ГВ. Такое размещение древостоев ограничивает потребление ГВ и при повышенной их минерализации замедляет процесс ухудшения лесорастительных условий из-за накопления солей в корнеобитаемом слое, увеличивает долговечность насаждений (В. И. Петров, 1989).

В полупустынных районах Терско-Кумского междуречья на заросших тракторопроходимых песках применяют кулисное облесение земель: кулисы насаждений шириной 30-50 м размещают параллельно друг другу через 100-150 м. Межкулисные пространства используют как сельхозгодья и для накопления атмосферной влаги в ГВ. Культивируют робинию, вяз приземистый, тополь чёрный (осокорь), евро-американский гибридный, дуб черешчатый (локально и только на пылеватых песках), шелковицу белую, айву (П. Г. Язан, 1955). Насаждения из этих пород доживают здесь до 30-40 лет и более. Большую перспективу имеет разведение сосны крымской, долговечной и экономно расходующей влагу.

В южной части ленточных боров Прииртышья кулисы на обширных незащищенных площадях себя не оправдали. При высоте песчано-степного покрова 20-30 см и ширине полос распашки более 6 м в молодых посадках сосны происходит большой выпад растений вследствие дефляции почвы. А при ширине задернелых межкулисных пространств более 5 м в крайних рядах деревья страдают от недостатка влаги, отстают в росте и расстраиваются (В. Е. Смирнов, 1966).

Колковое лесоразведение применяют на средне- и высокобугристых ограниченно проходимых для техники песках Придонья, Волго-Уральского, Урало-Эмбенского междуречий, Северного Приаралья (А. Г. Гаель, 1952). Перспективно оно и в Прибалхашье, Прииртышье и других засушливых регионах. Колки создают по межбугровым понижениям (котловинам выдувания) с глубиной залегания пресных



или слабоминерализованных ГВ до 3,0-3,5 м. Свежие котловины занимают сосной обыкновенной с примесью робинии и лоха (если позволяет климат); влажные – сосной обыкновенной в сочетании с ольхой черной и робинией (последние размещают по наиболее низким участкам котловин) с опушками из ягодных кустарников (шиповника, жостёра, можжевельника казацкого, бузины, ирги, тёрна). По сырым ("потным") котловинам создают чистые культуры ольхи, а при наличии в почве гумуса – чистые или смешанные насаждения ольхи, берёзы пушистой, частично дуба. На погребённых луговых почвах при неглубоком залегании опреснённых подстилающих суглинков и глин могут культивироваться тополя, смешанные насаждения с участием сосны обыкновенной, крымской, дуба, робинии, шелковицы, груши, яблони, ягодных кустарников.

Важным этапом планирования и проектирования мероприятий по лесоразведению на песках является оценка их лесопригодности. В районах массивного облесения наиболее приемлема классификация лесорастительных условий по увлажнённости и гранулометрическому составу почвы с помощью эдафической сетки Алексеева-Погребняка-Воробьёва. Применительно к песчаным землям степной зоны трофотопы этой сетки адаптированы М. М. Дрюченко. Лесопригодность песков оценивают также по коренным типам почв, степени их дефлированности, глубине погребения эолом и залегания ГВ, условиям закладки культур (А. Г. Гаель, Л. Ф. Смирнова, 1974; В. Н. Виноградов, 1980), потенциальной мощности корнеобитаемого слоя (Н. Ф. Кулик и др., 1985) и другим показателям. Несмотря на простоту в применении, их общим недостатком является невысокая объективность оценок и чувствительность к пространственному изменению зонального и почвенного факторов лесообразования. Поэтому в последние годы разрабатываются количественные методы лесотопологической классификации земель. В частности, обосновано (А. С. Манаенков, 2001) рассмотрение лесопригодности как географического потенциала лесообразования применительно к биологии главной породы (с учётом возможности его искусственного регулирования). Оценивать лесопригодность местообитаний надо по способности почвогрунта корнеобитаемого слоя в конкретных условиях увлажнения и испарения влаги удовлетворять потребность древостоя в водно-минеральном питании в период его быстрого роста при сомкнутом состоянии полога (т. е. при максимуме суммарного испарения и дефицита влаги в почве). В основе оценки должны быть величина, биологическая эффективность и из-

менчивость годовичного запаса корнедоступной почвенной влаги, определяющие потенциальную производительность насаждений  $L_1$  (отношение наименьшего (или удвоенного наименьшего для сосны) годового запаса корнедоступной влаги к норме ее годового расхода на транспирацию элементарным насаждением (примерно Va класса бонитета) с минимальной полоогообразующей массой хвои) и устойчивость лесообразования по годам  $L_2$  (отношение наименьшего к наибольшему запасу влаги, формирующихся на одном уровне вероятности гидрометеорологических событий). Функции расчета этих интегральных биогеографических показателей лесопригодности глубоководных площадей на юге Русской равнины под массивы культур сосны имеют вид

$$L_1 = (0,0041O_c - 0,825)(0,0493Г_л + 1,78), \eta = 0,99, \eta^2 = 98,0\%,$$

$$L_2 = (0,00037O_c - 0,035)(3,82 - 0,033Г_л), \eta = 0,98, \eta^2 = 96,8\%,$$

где  $O_c$  – норма осадков, мм/год;  $Г_л$  – содержание физической глины в верхнем 2-метровом слое почвогрунта на отведённой под облесение площади, %;  $\eta$  и  $\eta^2$  – множественное корреляционное отношение и коэффициент детерминации.

Разработано предложение по использованию интегральных показателей лесопригодности совместно с эдафической сеткой. Такой метод диагностики обеспечивает объективность, дифференцированность и наглядность лесорастительной классификации лесокультурных площадей и позволяет внедрять лесотипологический подход к организации лесного хозяйства.

Лесопригодность маловлагоёмких труднокорнепроницаемых песков пустыни, полупустыни и сухой степи определяется доступностью капиллярно-подпертой влаги в период приживания растений и формирования сомкнутых насаждений. При глубине залегания пресных и слабоминерализованных ГВ до 1,5 м и высоте подъема капиллярной каймы 0,5-0,7 м для корней древесных растений они доступны уже с первых лет их жизни, и такие участки относят к безусловно лесопригодным. При глубине ГВ 1,5-3,5 м и нормально густой посадке культур сосна в основном начинает потреблять их раньше полного смыкания крон, что обеспечивает формирование устойчивых долговечных насаждений. Такие участки относят к лесопригодным, а при большей глубине залегания водоносного горизонта – к условно лесопригодным (А. С. Манаенков, 2004).

В отдельных случаях лесорастительные условия песков улучшают методами коренной физической мелиорации, направленной на повышение корнепроницаемости, мощности и плодородия корнеоби-

таемого слоя (Н. С. Зюзь, 1990). Различают следующие способы такой мелиорации:

устройство вертикальных корнеходов бурением скважин до уровня ГВ (применяется на твёрдых кварцевых песках при залегании водоносного горизонта на глубине 3-7 м);

рыхление грунта глубинными взрывами (применяется на твёрдых кварцевых песках при более глубоком залегании водоносного горизонта);

планирование поверхности бугристых песков (при глубине погребения почвы эоловым наносом более 1,0-1,5 м);

мульчирование обнажений иллювиального горизонта разрушенной дефляцией супесчаной почвы слоем песка толщиной 0,4-1,5 м;

армирование древесными отходами толщи намывных песчаных грунтов (в процессе подачи пульпы).

Физическая мелиорация песчаных отложений увеличивает водное питание древостоев на 50-100 мм·год, повышает их производительность и долговечность.

Агротехника создания лесных культур на песках должна обеспечивать не только сохранение или накопление почвенной влаги, но и повышение или сохранение дефляционной устойчивости территории на период до формирования эффективного ветроломного экрана кронами культивируемых растений и состоять из приемов, позволяющих решать компромиссные задачи.

Дюнные пески влажных областей облесяют культурами сосны. После выполаживания рельефа и закрепления поверхности мёртвыми (стоячими и/или устилочными) защитами, псаммофильными травами их создают как посадкой, так и посевом (Э. Э. Керн, 1921). В Прибалтике на пологих участках дюн для улучшения водного и пищевого режима песка по рядам будущих культур в глубокие плужные борозды вносят торф, опилки, порубочные остатки, заделывают их и высаживают сосну, берёзу, ольху. Участки дополнительно закрепляют устилочными защитами. В лесостепной и степной зонах на участках открытых песков, отведённых под сосну, за 2-3 года до её посадки (реже посева) через 8-10 м создают кулисные насаждения шелюги. Иногда песок перед посадкой сосны закрепляют высокорядными защитами из веток сосны или хвороста (А. Н. Калинин, 1968). В полупустыне близководные барханные пески облесяют путем глубокой посадки крупных (высотой 2,0-2,5 м) саженцев лиственных пород (преимущественно разных видов и гибридов тополей) с размещением

5,0x1,5-2,0 м машинами ВУМ-60, МЛБ-1 (см. разд. 7.3).

Основным объектом облесения во всех зонах являются в разной степени заросшие бугристые пески с примитивными и малоразвитыми почвами, а также площади с потерявшими плодородие песчаными и супесчаными почвами.

В лесной и лесостепной зонах на сильнозаросших песках (с участием многолетних корневищных злаков) и защищённых лесом участках применяют сплошную зяблевую или весеннюю вспашку. Незащищённые площади облесают в два приёма. В первый приём почву под кулисы обрабатывают полосами шириной 30-50 м. Культуры создают посадкой 1-2-летних стандартных сеянцев через 0,5-0,6 м машинами СЛЧ-1А, СЛН-1, СЛН-2, ССН-1 и другими или рядами вручную под меч Колесова. Ширина междурядий 1,5-2,0 м. Межкулисные пространства распахивают и осваивают под культуры тем же способом через 3-4 года. На слабозаросших малогумусных песках в последние десятилетия культуры сосны закладывают обычно посадкой сеянцев (СБН-1А) по бороздам, подготовленным двухотвальным плугом ПКЛ-70 осенью или весной. Применяют также комбинированные машины типа МЛУ-1 (с шириной захвата дерноснимов не менее 0,5 м), нарезающие борозды и одновременно высаживающие растения. Уходы за почвой в культурах проводят в течение 3-4 лет дисковым культиватором КЛБ-1,7 методом седлания рядов.

В основе современной агротехники закладки культур сосны на песках засушливого пояса лежит степной метод Н. Д. Суходского – Н. И. Проховского, разработанный на рубеже 19 и 20 столетий для условий Хреновского бора. Он заключается в проведении вспашки или двухотвального бороздования (в сухом бору) почвы и посадке 2-летних сеянцев с мочковатой корневой системой длиной 20-30 см, рыхлении поверхности и уничтожении сорняков в течение 4-5 лет (до возраста, когда корневая система саженцев достигнет не пересыхающих в течение лета горизонтов). Предусматривается ввод в культуры в небольшом количестве (если позволяет почва) березы, дуба, различных местных кустарников.

На лёгких почвах и заросших полиминеральных песках Заволжья (Бузулукский бор) преимущество обеспечили широкополосная (40-50 м) предпосадочная вспашка почвы по системе черного пара, примыкание полос (культур) через 2-4 года, обязательное уничтожение личинок хруща, сорняков и 9-15-кратное рыхление почвы до смыкания культур (Е. Д. Годнев, 1940). На равнинах Придонских пес-

ков с нарушенными супесчаными почвами лучшие результаты дала обработка по системе раннего или черного пара полос шириной до 25-30 м (Н. С. Зюзь, 1960).

На пылеватых задернелых песках Терско-Кумского междурядья с неглубокими пресными ГВ перед машинной посадкой (ВУМ-60, ЛПА-1) насаждений из лиственных пород крупным посадочным материалом почву обрабатывают отвальными плугами полосами шириной 30-50 м по системе черного или занятого пара, зяблевой или весенней вспашки на глубину 30-35 см. При близком залегании уплотненных горизонтов проводят доуглубление пашни РН-60 (80). Уходы за почвой в культурах осуществляют орудиями с дисковыми и ротационными органами до смыкания крон в междурядьях (Рекомендации по комплексному использованию Терско-Кумских песков, 1987).

Для облесения бедных почв и тракторопроходимых бугристых песков Нижнего Днепра в 50-е годы минувшего столетия был разработан узколенточный (нижнеднепровский) способ, позволяющий закладывать культуры в один приём. При этом способе улучшение водного режима почвы, условий нисходящего роста корней саженцев, противодефляционного влияния растительности достигается дискованием почвы лентами шириной 1,5-2,0 м через 2,5-3,5 м между их осями (в зависимости от состава травостоя и ветроустойчивости отложений); осенним безотвальным рыхлением лент на глубину 60-80 см; одновременным с рыхлением внесением ядохимикатов для маркировки рядов будущих культур, уничтожения личинок хрущей и сорняков. Иссущающее действие защитных кулис травостоя подавляют уменьшением их ширины (до полного уничтожения через 3-4 года) при механизированных уходах за почвой (В. Н. Виноградов, 1960). Для посадки сеянцев сосны по глубоко взрыхлённым лентам создана специальная машина СЛНУ-1. В 60-е годы этот способ был скорректирован и успешно применяется на Придонских песках. В связи со значительно большей мощностью гумусовых горизонтов почвы глубокое безотвальное рыхление оказалось здесь менее эффективным, возросла потребность в более ранних и интенсивных уходах за почвой. На массивах с типчаково-чабрецовой растительностью защитные кулисы травостоя в засушливые годы уничтожают уже в середине первой вегетации культур путем сплошной плоскорезной или дисковой обработки каждого второго междурядья. В дальнейшем уходах за почвой ведут на 50% площади до смыкания крон, ежегодно чередуя обработанные и неотработанные междурядья (Н. С. Зюзь, 1991). На богатых пылевато-мелкозернистых

песках Терско-Кумского междуречья с сильно развитым травостоем ленты обработки почвы под культуры сосны расширяют до 3 м, а междурядья посадки до 4-5 м. Высокое качество обработки почвы обеспечивают фрезерование дернины с последующим безотвальным рыхлением на глубину 60-70 см и плантажная вспашка предварительно продискованных лент с выравниванием поверхности почвы перед посадкой сосны (В. И. Кабалалиев, 1977). Отметим, что широкие междурядья не только удлиняют срок агротехнических уходов, но и приводят к чрезмерному разрастанию крон деревьев. Увеличение их ширины более 3 м, не обусловленное сохранением дефляционной устойчивости лесокультурной площади, нецелесообразно.

На увалистых равнинах с серопесчаными почвами и мелкобугристых песках Среднего Придонья высокую результативность обеспечивает также закладка культур по молодой залежи (Н. С. Зюзь, 1960). При этом способе значительного снижения интенсивности иссушения почвы растительностью и сохранения её дефляционной устойчивости достигают заменой многолетников однолетними травами. Для этого выполняют полосную (шириной от 20-25 до 50 м) вспашку почвы весной (апрель – начало мая) или летом (май – июнь) на глубину 25-27 см с полным оборотом пласта и оставлением полос под залежь. При весенней вспашке сосну высаживают весной следующего года, летней – весной третьего года агрегатами из нескольких лесопосадочных машин типа СЛН-1 без дополнительной предпосадочной обработки пашни. Агротехнические уходы дисковыми орудиями начинают через 10-20 дней после посадки.

Для этих же типов песков в 70-е годы минувшего столетия Донской ЛОС ВНИИЛМ была разработана (как альтернатива узколенточному способу), а ВНИАЛМИ усовершенствована энергосберегающая технология создания культур сосны ("донской способ"). На необработанной поверхности лесокультурной площади одновременно проводят нарезку широких (0,9-1,0 м) борозд, рыхление песка и посадку сеянцев в их дно (В. И. Кравченко, А. И. Мельников, 1974). Для этого применяют специально созданную навесную комбинированную лесопосадочную машину МПП-1 (конструкция ВНИИЛМ), реконструированную по её принципу МЛУ-1, а также позднее созданную МУЛ-1. При проходе МПП-1 образуется минерализованная полоса в виде борозды с отвалами грунта общей шириной 1,6-1,8 м и одновременно высаживаются сеянцы сосны. Дно борозды по оси рядов посадки рыхлится на глубину 35-45 см. До достижения саженцами высоты 50 см уходы за почвой осу-

ществляют методом седлания рядов культиваторами КЛБ-1,7, КЛП-2,5 (конструкция ВНИАЛМИ), в последующий период – дискованием междурядий (рис. 7.18). На кварцевых песках степной зоны 1-2-кратная за сезон (в течение двух лет) обработка борозд КЛП-2,5 полностью исключает необходимость в ручной или химической прополке сорняков (Н. С. Зюзь, М. Е. Лобачева, Ю. М. Жданов, 1981).



Рис. 7.18. Двух-летние культуры сосны на Придонских песках, созданные посадкой комбинированной машиной типа МПП-1. Борозды обработаны культиватором КЛП-2,5. Арчединский лесхоз Волгоградской обл. Фото Н. С. Зюзя

Применение машин типа МПП-1, культиваторов КЛБ-1,7, КЛП-2,5 в сочетании с локальным (на 13-17% площади) внесением гербицидов (вельпар, пропазин, атразин) минимальными дозами обеспечивает успех и при выращивании сосновых культур на полиминеральных песках Приволжской гряды и Терско-Кумского междуречья (В. И. Кондрашов, 1987). Широкие борозды способствуют накоплению влаги в почве. Саженцы в них меньше страдают от ее недостатка. Борозды обеспечивают также более глубокое размещение корней при посадке. Новая технология создания культур позволила в несколько раз сократить число необходимых проходов техники по лесокультурной площади. Её применение Арчединским лесхозом Волгоградской обл. в 1978-1985 гг. на 35% уменьшило энергоёмкость и примерно вдвое стоимость лесокультурных работ (Н. С. Зюзь, 1991).

Испытания тракторного агрегата в сочетании с комбинированной лесопосадочной машиной типа МПП-1 на средне- и высокобугристых песках Урдинского массива (полупустыня Прикаспия) также показали приемлемую его маневренность, безопасность и результативность работы (приживаемость сосновых культур 60-80 %). При нестрогом соблюдении направления рядов посадки он позволяет осваивать почти всю площадь понижений с корнедоступными ГВ. Обеспечивается удаление дернины и подсохшего слоя песка, образование

широкой минерализованной полосы, сполаживание рельефа и рыхление отложений по оси рядов посадки. Клинообразные дерноснимы машины подрезают и отбрасывают в стороны даже плотную дернину в "мокрых" котловинах, а также кусты ивы розмаринолистной, средние и мелкие кусты ивы каспийской, поросль тополя высотой до 1,5-2,0 м. Это позволяет обходиться без предварительной раскорчевки кустарников, очистки площади, агротехнических уходов и существенно упрощает лесокультурный процесс. Но во избежание возможного усиления дефляции ширину междурядий следует выдерживать не менее 2 м, а в случае неудачи первой посадки повторную осуществлять спустя 3-4 года. Вспомогательные агротехнические приемы повышения приживаемости сосны и лиственных пород – притенение борозд плетневыми щитами, устройство влагоёмких прослоек в зоне размещения корней саженцев, внесение гидрогеля даже в этих весьма засушливых (годовая норма осадков 259 мм) условиях – оказались малоэффективными. А мульчирование дна борозд сухим навозом слоем 2-3 см дало резко отрицательный результат (А. С. Мананков, Н. С. Зюзь, Б. К. Жунисов, 1995).

Опыт лесовосстановления в средней и южной (наиболее засушливой) частях ленточных боров Прииртышья свидетельствует о перспективности посева семян сосны под защитой полога шелюги и содействия естественному возобновлению сосны в редианах и на больших прогалинах путем предварительного шелюгования песков в условиях сухого бора. Успешность этих приёмов обеспечивают наличие на поверхности почвы мульчи из листьев и мелкого опада шелюги, притенение её пологом почвы, всходов и молодых растений, ослабление ветра, усиление снегонакопления, ускорение глубокого укоренения всходов по трубкам отмерших корней кустарника (В. Е. Смирнов, 1966).

Кроме обработки почвы для сохранения её устойчивости к дефляции, накопления и экономного расходования влаги, для успешного облесения песков требуется применение ряда лесокультурных, лесоводственных и других приёмов, значение которых возрастает с увеличением засушливости климата и сухости местообитаний.

В географическом поясе степь – полупустыня насаждения закладывают почти исключительно посадкой сеянцев, саженцев, окоренённых черенков. Посевы применяют крайне редко при освоении наиболее увлажнённых и защищённых от ветра площадей. Приживаемость и сохранность культур сосны (особенно на слабосвязных отложениях) в первые годы жизни здесь лимитирует большая сухость



атмосферного воздуха в весенне-летний период. Надёжным средством их повышения является ранневесенняя (а в наиболее теплообеспеченных районах – осенняя и зимняя) посадка хорошо развитых сеянцев с большой мочкой обрастающих корней, защита её от подсушивания и заглубление растений в почву до 1/2-2/3 высоты стволика. Результативность работ и окупаемость затрат повышает раннее (на 3-4-й год в рядах и 6-8-й в междурядьях) смыкание крон и глубокое укоренение деревьев. Энергия их роста с нарастанием бедности местообитаний снижается. Ускорения лесообразования в культурах добиваются увеличением густоты посадки или неравномерным (ленточным) размещением посадочных мест. Оптимальная густота посадки сосны повышается с 4-6 тыс/га на супесчаных почвогрунтах до 15 тыс/га на сухих боровых песках (В. Г. Нестеров 1949; В. В. Миронов, 1977). Посадочные места в рядовых культурах рекомендуется размещать по схеме 0,3-0,7 x 1,5-3,0 м, а также лентами (через 3-5 м) из 2-3 сближенных (через 1,5-2,0 м) рядов.

По окончании агротехнических уходов, смыкания крон в междурядьях и освоения корнями деревьев легкодоступной части почвогрунта глубоководных площадей его водный режим изменяется с благоприятного на весьма напряжённый в середине – конце вегетации. При совпадении этого периода с острозасушливыми годами происходит массовое расстройство или гибель культур. Редко это явление отмечается даже в лесостепи. Но вероятность его особенно быстро нарастает от пояса настоящих к поясу сухих степей. Единственным эффективным средством ослабления кризиса влагообеспеченности сомкнувшихся насаждений является своевременное проведение рубок ухода в молодняках низовым методом. Установлено (А. С. Манаенков, 2004), что повторяемость, интенсивность и затратность работ по изреживанию древостоев сосны являются в основном следствием нестабильности увлажнения корнеобитаемого слоя атмосферными осадками (коэффициент детерминации соответственно равен 98, 88 и 75%), т. е. их параметры увеличиваются пропорционально засушливости территории и влагоёмкости почвогрунта. В рядовых посадках 6-10 лет густотой 2,5-4,0 тыс/га уходы заключаются в основном в равномерной селективной вырубке отстающих в росте и фаутных деревьев. Первый прием рубки (прочистку) проводят в 6-8 лет, не дожидаясь кризиса влагообеспеченности культур (за 1-2 года до полного смыкания крон деревьев) и по возможности приурочивая его к окончанию периода влажных лет. Ко второму и последующим приёмам рубки (прорежи-

ванию) прибегают при формировании в насаждениях избыточной массы хвой (Н. С. Зюзь, 1978). По завершении последнего приёма (к концу кризисного периода жизни культур) в лучших лесорастительных условиях оставляют около 1,0-1,2 тыс/га деревьев, не допуская значительного размыкания полога. С ухудшением условий в связи с уменьшением размера среднего дерева их число должно увеличиваться. Лиственные насаждения, особенно из тополя, использующие верховодку, изреживают еще с более раннего возраста (с 3-4 лет), к 10-12 годам сокращая число деревьев до 300-600, акации белой – до 700-800. В дальнейшем проводят только санитарную рубку (Н. Ф. Кулик, 1972).

Лесные насаждения на песках засушливых областей страдают не только от дефицита почвенной влаги. Они нуждаются в более строгой охране от пожаров, защите от вредителей и болезней. Живые низко опущенные кроны опушечных деревьев в культурах сосны обеспечивают боковое притенение почвы, предотвращают проникновение под полог степных трав, служат естественной преградой на пути в насаждение, играют важную зооэкологическую роль. Вопреки распространённому мнению они не стимулируют перехода низовых пожаров в верховые и должны сохраняться при выполнении комплекса пожаро-профилактических и лесоводственных мероприятий (Е. С. Арцыбашев, В. Г. Гусев, А. С. Манаенков, 2003). Для сосновых культур степной зоны большую опасность представляют вспышки размножения соснового шелкопряда, сосновой совки, а также вершинного и шестизубчатого короедов. В меньшей мере, чем в более влажном поясе, здесь распространяются и наносят ущерб опасные корневые патологии – корневая губка и опёнок осенний.

Успешно пережившие кризисный период насаждения сосны при эффективной охране даже на бедных низководных песках сухой степи доживают до 60 лет, в лучших условиях 80-120 лет и более. На близководных понижениях полупустыни (Урдинский песчаный массив), где на обширных открытых пространствах колковые леса имеют большое значение для диких и домашних животных, обеспечивая прохладу и покой в летний зной, надёжное укрытие и минимальный страховой корм в зимние бураны, сосняки сохраняют лесную среду также не менее 100 лет.

Кроме большого природоохранного эффекта, сосновые культуры к 50 годам дают в среднем 200-250 м<sup>3</sup>/га стволовой древесины (70-80% из неё деловой). В процессе рубок ухода за одну ротацию насаждений можно получать также до 10-15 т/га хвойной лапки (ценного сы-

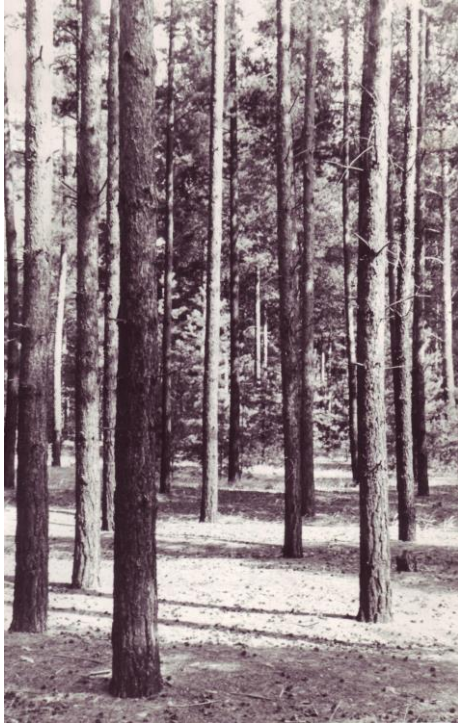


Рис. 7.18. Культуры сосны на песках Приволжской возвышенности. Камышинский лесхоз Волгоградской обл. Фото А. С. Манаенкова

чески накапливается большая избыточная масса хвои, повышение эколого-хозяйственной ценности искусственных лесов, окупаемость затрат на рубки ухода и высокие доходы способна обеспечить её глубокая переработка на сырьё и продукты кормовой, парфюмерной и иной промышленности.

рья для химической промышленности) или 1,5-3,0 тыс новогодних ёлок. Рентабельность лесовыращивания составляет 30-40%, а при организации переработки древесины и хвои возрастает до 50-60% (В. В. Миронов, 1970; В. Н. Виноградов, 1981) – рис. 7.19. Лиственные древостои к 30-40 годам накапливают запас ствольной древесины до 120-170 м<sup>3</sup>/га и образуют несколько порослевых поколений.

В малолесных районах значительную коммерческую перспективу имеют ландшафтное облесение песчаных массивов и разведение дичи, направленные на формирование продуктивных лесохозяйственных угодий и развитие охотничьего, экологического туризма, познавательной рекреации, а также специальное выращивание новогодних ёлок и древесно-сырьевых плантаций. На юге страны, где в молодняках сосны периодически

## 8. ПОЛЕЗАЩИТНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ

### 8.1. Полезащитное лесоразведение на неорошаемых землях

#### 8.1.1. Научные основы проектирования ПЗЛП на землях, подверженных дефляции

Агролесомелиоративные мероприятия разрабатывают обычно на каждое хозяйство, в отдельных случаях – для группы хозяйств в границах целого водосбора. В существующих в РФ нормативных документах, регламентирующих размещение лесных полос на территории, учитываются главным образом два важнейших фактора – лесорастительные условия и размер эффективных ветрозащитных зон с наветренной и заветренной сторон лесных полос. Первый обуславливает проектную высоту лесных полос ( $H$ ), а второй – нормативную величину межполосного пространства, согласно Г. Я. Маттису и др., (1984), равную  $30H$ . При этом ПЗЛП рекомендуется создавать на плоских водоразделах и пологих склонах крутизной до  $2^\circ$ : продольные (основные) располагаются перпендикулярно (с отклонением не более  $30^\circ$ ) к господствующим вредоносным ветрам (суховейным, метельным, вызывающим пыльные бури), а поперечные (вспомогательные) – перпендикулярно продольным.

Для обеспечения системности (взаимодействия) работы лесных полос, согласно инструктивным указаниям (1973), расстояния между продольными лесными полосами не должны превышать на серых лесных почвах, оподзоленных и выщелочных черноземах 600 м, типичных и обыкновенных 500, южных 400, темно-каштановых и каштановых почвах 350, светло-каштановых 250, песчаных почвах лесостепи 400, степи 300, полупустыни 200 м; между поперечными лесными полосами 2000 м на всех, кроме песчаных, почвах, на которых этот параметр равен 1000 м.

Такие расстояния приемлемы там, где ветровой режим территории

ненапряженный, почвы устойчивы к выдуванию и агротехника способна защитить почву от выдувания. При больших же энергетических нагрузках ветра и низкой ветроустойчивости почв эффект от таких систем оказывается недостаточно высоким и потери почвы от дефляции бывают значительно больше допустимых пределов, т. е. не восстанавливаются почвообразовательными процессами, что приводит к деградации почв. Этот недостаток устранен в разработанных ВНИАЛМИ методических рекомендациях по размещению лесных полос и оптимизации их систем в районах проявления дефляции (1984, 1989), а также в нормативах формирования оптимальных лесомелиоративных комплексов на пахотных землях (2002). При определении параметров лесомелиоративных комплексов в них учтены ассортимент главных и сопутствующих древесных пород в лесополосах; проектная высота, долговечность и ажурность древостоя; податливость почв дефляции; параметры шероховатости и степень защищенности поверхности почв растительностью и пожнивными остатками; максимальная скорость ветра во время пыльных бурь вероятностью превышения 20%; годовая продолжительность пыльных бурь; годовая норма дефляции; господствующее направление вредоносных дефляционных ветров; севообороты и технология возделывания сельскохозяйственных культур; ветрозащитная эффективность лесных полос и их систем.

Методика определения допустимых расстояний между лесными полосами на землях, подверженных дефляции, подробно освещается в гл. 6. Ориентировочные размеры межполосных пространств следующие:

серые лесные почвы, оподзоленные и выщелочные черноземы при годовых потерях менее 4 т/га – 600 м, от 4,1 до 24 т/га – 500-540, от 24,1 до 40 т/га – 470, от 40,1 до 100 и более 100 т/га – соответственно 420 и 300-380 м;

типичные и обыкновенные черноземы – соответственно 500, 420-450, 390, 350 и 250-320; южные 400, 340-360, 310, 280 и 200-260 м;

темно-каштановые и каштановые почвы – соответственно 350, 300-315, 270, 245 и 180-220 м;

светло-каштановые почвы – соответственно 250, 210-225, 195, 175 и 125-160 м;

песчаные почвы лесостепи – 400, 340-360, 310, 280 и 200-260 м, степи – 300, 250-270, 230, 210 и 150-190 м, полупустыни – 200, 170-180, 160, 140 и 100-130 м.

### 8.1.2. Понятия "конструкция" и "система" ПЗЛП

Конструкция лесной полосы – это строение продольного профиля, определяющее степень и характер её ветропроницаемости. Она определяется ажурностью (площадью просветов), ветропроницаемостью продольно-вертикального профиля и лесоводственно-таксационным строением (шириной, составом, сомкнутостью и полнотой главного полога, участием второго яруса и подлеска). От этих параметров зависит биологическая устойчивость и полезащитная эффективность насаждений.

Идея разработки оптимальных конструкций лесных полос принадлежит проф. В. В. Докучаеву и акад. Г. Н. Высоцкому (90-е годы XIX в.). В. В. Докучаев (1949) указывал на преимущество "защитных лесных полос" перед сплошными насаждениями, он поставил задачу разработки их необходимого строения (формы, состава, размеров и пр.). Г. Н. Высоцкий (1983) характеризовал влияние разных "лесных опушек" на полевые угодья и указывал (1936) на необходимость обоснования такой конструкции полос, которая в наибольшей степени отвечала бы лесоводственным (устойчивость насаждений) и агрономическим требованиям.

Понятие "конструкция лесных полос" впервые ввёл Я. Д. Панфилов (1932). В 30-е годы XIX в. работами учёных ВНИАЛМИ (Я. Д. Панфилов, 1932, 1936; Г. И. Матякин, 1934, 1936) и других НИИ (В. А. Бодров, 1935, 1936, 1937) определились три основные конструкции полос: плотная (непродуваемая), продуваемая и ажурная. Ю. П. Бяллович (УкрНИИЛХА, 1939) разработал методику количественного определения ажурности полос по их вертикальному профилю (между стволами и в кронах) и предложил понятие "суммарная ветрозащита". Позднее вводится понятие "ажурно-продуваемая" (А. В. Альбенский и др., 1966). Многими авторами (А. И. Пилипенко, 1973, 1992; В. А. Бодров, 1974; Е. С. Павловский, 1976, и др.) она подразделяется на промежуточные (с добавлением слабой, средней и сильной степеней).

Нередко понятия "ажурность" и "продуваемость" ("ветропроницаемость") неоправданно применяются как равнозначные величины, что противоречит их сущности и ведёт к применению редких насаждений в ущерб лесоводственным требованиям.

Это положение исправлено в работах В. А. Бодрова (1936, 1974), П. Д. Никитина (1972), А. И. Пилипенко (1973, 1992), Е. С. Павловского (1976), Н. М. Сухого (1987) и др. В них конструкции лесных полос характеризуются как по ажурности, так и по продуваемости. С. Н. Адрианов (1964, 1973), В. Я. Векшегонов (1965), Е. Н. Савин и

О. В. Янов (1987) предложили понятие "крупносетчатая" конструкция лесных полос, Я. А. Смалько (1963) "аллейная", Е. Н. Савин (1983) "вертикально-продуваемая", Ф. С. Барышман (1970, 1973) "динамическая" (изменяющаяся во времени). Н. И. Сус (1956), Б. И. Логгинов (1959, 1961), В. С. Габай (1988) и А. П. Стадник (1989) вместо понятия "конструкция" лесных полос предпочитают "структура" как термин, более близкий к биологическому объекту.

По поводу эффективности лесополос разной конструкции имеется множество рекомендаций, но многие авторы сходятся на том, что лучшую эффективность имеют узкие лесные полосы с ветропроницаемостью 35-50 %. С учётом биологической устойчивости полосы должны иметь среднюю ажурность до 10-15 % (Я. Д. Панфилов, 1936; В. А. Бодров, 1936, 1937; Ю. П. Бяллович, 1939; Я. А. Смалько, 1963). Существенный вклад в разработку оптимальных конструкций лесополос для Украины внесла кафедра лесной мелиорации УСХА под руководством проф. Б. А. Бодрова, а затем доцентов И. Н. Сазонова и П. И. Герасименко, что отражено в производственных инструкциях МСХ УССР (1979).

В настоящее время все конструкции ПЗЛП подразделяют на три основные группы: плотные, ажурные, продуваемые, – и переходные – умеренно-ажурные, ажурно-продуваемые, ажурно-плотные (табл. 8.1).

По данным А. И. Пилипенко (1992) и др., лесные полосы оптимальных конструкций отвечают следующим требованиям: 1) биологическая устойчивость (хороший рост в молодом возрасте, максимально возможная высота в данных условиях и долговечность); 2) высокая полезащитная эффективность в любое время года (борьба с суховеями и пыльными бурями, хорошие снегораспределительные свойства); 3) лесоводственный и мелиоративный "запас прочности"; 4) допустима небольшая ширина (экономное использование пахотных земель); 5) эстетичность.

Другим очень важным понятием является "система лесных полос". Сам термин в агролесомелиорацию введен видным ученым-агролесомелиоратором Г. И. Матякиным. Под системой ПЗЛП понимается совокупность линейных лесных насаждений, обеспечивающих заметный мелиоративный эффект на всей защищаемой ими территории. Если лесные полосы не образуют систему, то их мелиоративное влияние, как и одиночных лесных полос, зависит только от их параметров и условий обтекания ветровым потоком и проявляется лишь на части поля. Вполне очевидно, что в системе лесных полос, как в любой слож-

Таблица 8.1

**Характеристика конструкций лесных полос в обливственном состоянии  
(по Е. С. Павловскому)**

Конструкция	Характеристика просветности	Площадь просветов, %		Ветропроницаемость, %	
		между стволами	в кронах	между стволами	в кронах
Плотная	Почти без просветов	0-10	0-10		
Ажурно-плотная	Мелкие просветы в кронах и почти без просветов в нижней части	0-10	15-35	<30	30-70
Умеренно-ажурная	Мелкие просветы по всему профилю	15-20	15-20	30-50	30-50
Ажурная	Мелкие и средние просветы по всему профилю	25-35	25-35	30-70	30-70
Ажурно-продуваемая	Много крупных просветов между стволами и мелких в кронах	>60	15-35	>70	25-30
Продуваемая	Много крупных просветов между стволами и почти без просветов в кронах	>60	0-10	>70	<30
Редкая сверху, плотная внизу	Крупные просветы в кронах и почти без просветов в нижней части	0-10	40-60	<30	>70

ной структуре, существует обратная связь, т. е. фактор системности сказывается на действии отдельных элементов системы. К сожалению, до настоящего времени эта связь изучена слабо, а высказывания по этому вопросу крайне противоречивы. Систему, согласно публикациям в специальной литературе, образуют лесные полосы, когда расстояние между основными полосами не превышает дальности их ветрорегулирующего влияния.

Указанный признак, показывая, к какой степени взаимосвязи следует отнести размещенные в пространстве лесные полосы, в то же время не может характеризовать уровень их взаимодействия. Его могут характеризовать лишь показатели, учитывающие величину общего снижения и восстановления скорости ветрового потока на межполосных пространствах. А. В. Альбенский (1971) критерием системности считает степень взаимодействия нескольких лесных полос или участков лесонасаждений. Н. Г. Петров (1975) также обращает внимание на аналогичный критерий системности. Следует, однако, отметить, что эти показатели, в свою очередь, зависят от ряда параметров



лесных полос, начальных и граничных условий их обтекания. Поэтому даже при одинаковых межполосных расстояниях в системах величины снижения и восстановления скорости ветра могут оказываться существенно различными.

Можно выделить ряд показателей мелиоративного эффекта систем лесных полос. Прежде всего это высота лесной полосы. Она влияет на вертикальную и горизонтальную протяженность защитных зон и предопределяет расстояние между полосами в системе.

В агролесомелиоративной практике выделяются понятия "защитная высота" и "проектная высота".

В лесных полосах значение имеет не средняя высота деревьев верхнего яруса, а так называемая *защитная высота*. Она совпадает со средней высотой деревьев в тех случаях, когда насаждение сомкнуто и достигло зрелого возраста в условиях однородности лесорастительных условий по фронту лесной полосы. В молодых, а также разомкнутых лесонасаждениях и при неоднородных лесорастительных условиях по фронту лесной полосы защитную высоту установить трудно. Под защитной высотой в настоящее время понимается высота части лесополосы, оказывающая непосредственное сопротивление ветровому потоку. Она принимается равной либо средней высоте продольного профиля лесополосы (Г. И. Матякин, 1952), либо средней высоте господствующего яруса (Л. А. Ламин, 1962), к которому условно относятся все деревья выше  $2/3$  наибольшей высоты.

Основным недостатком указанных методов определения защитной высоты является то, что в них не учитываются аэродинамические особенности лесополос, в частности их ветропроницаемость в различных частях профиля. Эти методы позволяют находить лишь среднюю высоту лесополосы, которая в отдельных случаях может и совпадать с защитной высотой, но особенно при разреженной верхушечной части бывает значительно меньше средней высоты.

Известен и еще один способ определения защитной высоты лесополосы, основанный на анализе вертикального профиля скоростей ветра в открытом поле и непосредственно за лесополосой на расстоянии, равном ее средней высоте. Разработчики этого способа (М. И. Долгилевич и др., 1981) исходили из того, что форма вертикального профиля скоростей ветра и понижение их на заветренной опушке лесополосы связаны с ветропроницаемостью и защитной высотой.

Под *проектной высотой* понимается высота, используемая в качестве исходной для расчета ширины межполосных клеток, т. е. рас-

стояний между основными (продольными) лесными полосами. В настоящее время понятие "проектная высота" интерпретируется с такими неоднозначными по смыслу понятиями, как "защитная высота" (М. И. Долгилевич, 1984), "возможная рабочая высота" (Г. Я. Маттис, 1984). Неоднозначен также и возрастной критерий определения этого параметра. Так, для расчета ширины межполосных клеток П. Д. Никитин (1972) рекомендует принимать во внимание "высоту лесополос в преобладающий период их жизни" (8-10 м на темно-каштановых почвах сухой степи и 20-22 м на выщелоченных черноземах лесостепи), А. М. Степанов (1990) в возрасте 20-25, М. И. Долгилевич и др. (1984) – не менее 25-30, Н. Г. Петров (1983) – в возрасте 60-65 лет, И. К. Вербицкий – возраст ЗЛН, при котором текущий 5-летний прирост главной породы уравнивается с ее средним 5-летним приростом.

Обтекаемость лесной полосы воздушным потоком во многом определяется *формой профиля ее поперечного сечения*. По Я. А. Смалько (1963), прямоугольная форма поперечного сечения лесных полос предпочтительна для непродуваемых конструкций, по Ю. И. Васильеву (2003) прямоугольная форма одинаково хороша для лесных полос всех конструкций. Треугольная форма улучшает условия обтекаемости и повышает дальность непродуваемых и продуваемых лесных полос.

Главнейшими показателями систем является величина межполосного пространства, шероховатость подстилающей поверхности на полях севооборота. С увеличением их значений системность агролесомелиоративного комплекса снижается.

Одним из параметров систем лесных полос является их ветропроницаемость. Численное значение ветропроницаемости равно отношению скорости ветра на заветренной опушке к скорости его в открытом поле. Чем плотнее лесная полоса, тем большее сопротивление она оказывает ветру и тем она менее ветропроницаема. Но это не однозначно. Одним из факторов, определяющих ветропроницаемость лесных полос, является исходный профиль скорости ветра, зависящий от температурной стратификации приземного слоя воздуха и шероховатости подстилающей поверхности. Определенную роль играют и условия течения воздушного потока. Разная ветропроницаемость и у лесных полос с различным числом рядов. При одной и той же ветропроницаемости (ажурности) у лесных полос с большим числом рядов она меньшая.

При одной и той же ветропроницаемости и одинаковом числе рядов ветропроницаемость больше в лесополосах с меньшими междурядьями. С увеличением шероховатости подстилающей поверхно-

сти ветропроницаемость преград несколько увеличивается. Это увеличение выше у преград с большей просветностью. У продуваемых лесных полос зависимость ветропроницаемости от просветности в верхней и нижней их частях иная. Вследствие растекания воздушного потока по преградам и обтекания более плотной верхней их части сверху и снизу, непосредственно за преградой на высоте  $0,6-0,8H$  создается зона пониженного давления и низких скоростей ветра. В нижней части преграды из-за поджатия потока скорости ветра выше, чем у преград ажурной конструкции. Высокая шероховатость подстилающей поверхности вызывает перераспределение скоростей воздушного потока и тогда в верхней части они увеличиваются. Это приводит к повышению ветропроницаемости крон лесонасаждений.

При размещении лесных полос в системе, где скорость ветра в межполосных пространствах полностью не восстанавливается, начальные условия обтекания последующих за первой ветроломной лесной полосой иные. Кроме того, эти условия также зависят от ширины межполосной клетки, приближаясь к условиям открытой степи при очень больших межполосных расстояниях. В системах с одинаковыми по ажурности лесными полосами, размещенными через  $15, 25$  и  $35H$ , наибольшая ветропроницаемость у первой ветроударной лесной полосы. У остальных лесных полос она зависит от их местоположения в системе, размера межполосных пространств и шероховатости подстилающей поверхности. Причем ветропроницаемость бывает тем меньшая, чем меньше межполосное пространство.

Известно, что направление ветра не постоянно. С уменьшением угла подхода ветра к полосе ветропроницаемость ее уменьшается.

Увеличение числа рядов в лесной полосе приводит к уменьшению ветропроницаемости. Степень снижения ветропроницаемости зависит не только от состава насаждения, но и от размещения деревьев в ряду и наличия кустарников. С увеличением числа рядов в полосе от 1 до 6 ажурность ее уменьшается с 90 до 40%, а 15-рядные полосы с четырьмя рядами кустарников практически бывают непродуваемыми (М. Е. Васильев, Г. Г. Ибрагимов, 1965).

В сухой Кулундинской степи береза формирует менее плотные насаждения, чем тополь, клен и вяз (рис. 8.1а). Ветропроницаемость четырехрядных березовых и тополевых насаждений довольно высока и составляет 55-60%, а полос из клена ясенелистного и вяза 10-30%.

У сосновых лесных полос (рис. 8.1б) с увеличением числа рядов от 3 до 28 ветропроницаемость уменьшается с 36 до 16% (М. И. Долги-

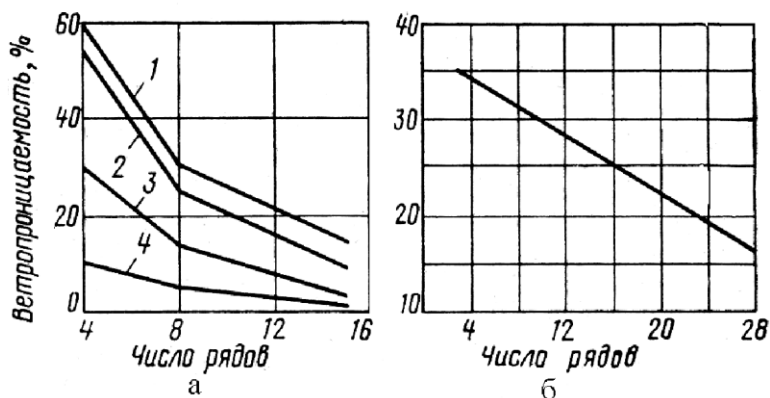


Рис. 8.1. Ветропроницаемость лесополос в зависимости от числа рядов:

а – лесополосы из лиственных пород: 1 – березовая, 2 – тополевая, 3 – кленовая, 4 – вязовая, б – сосновая лесополоса

гилевич, Н. Т. Химица, 1975). На заветренной опушке широких лесных полос воздушные потоки имеют обратное направление – к полосе, а не от нее. Поэтому широкие полосы практически непроницаемы для ветра. Трехрядные полосы из сосны обыкновенной с размещением деревьев  $1,5 \times 1,5$  м обладают оптимальной ветропроницаемостью (33-36%).

Касаясь методов определения ажурности и ветропроницаемости, необходимо отметить следующее. Я. А. Смалько (1963) для определения ажурности лесных полос использовал метод визирной рамки. Сущность его заключается в том, что на расстоянии 100 м от полосы на треноге устанавливается визирная рамка, разделенная на квадраты. При визировании на полосу нижняя планка должна совпадать с нижним продольным основанием полосы, а верхняя – с ее средней высотой. Затем визуально определяют площадь просветов в каждом квадрате (в %). Степень ажурности определяют отдельно по каждому уровню и по всей высоте лесополосы. Другой метод определения ажурности – при помощи фотографирования. При этом на фотоснимках размером  $13 \times 18$  см планиметром определяется площадь проекции лесной полосы (всех ее внешних контуров) на вертикальную плоскость, параллельную насаждению, и площадь проекции всех сквозных просветов в полосе на ту же плоскость. По этим данным определяется степень ажурности лесополос в процентах. Фотографирование нужно вести на восходящем или заходящем солнце, чтобы на снимке четче проявились просветы в лесной полосе и чтобы на снимках было меньше бликов.

Для определения ветропроницаемости лесных полос устанавливается серия анемометров на поперечных рядах анемометрической мачты, которые крепятся через каждые 0,5-1,0 м. Последний анемометр устанавливают на уровне наибольшей высоты деревьев в лесополосе. Мачта укрепляется с помощью растяжек на расстоянии 1Н от крон опушечного ряда в заветренную сторону. Количество мачт: три с

заветренной стороны от лесной полосы и одна за пределом влияния лесной полосы (контроль). Полученные данные об относительных величинах скоростей ветра с заветренной стороны лесной полосы на различных уровнях свидетельствуют о величине ветропроницаемости лесной полосы на этих уровнях.

Используя полученные данные, строят график, на котором по оси ординат откладывают высоты измерения скорости ветра, а по оси абсцисс – относительные величины скорости ветропроницаемости. Средняя по вертикальному профилю ветропроницаемость рассчитывается путем вычисления площади между кривой и осями координат на графике и деления этой площади на высоту лесополосы в масштабе графика.

Такие параметры, как ажурность, высота, ширина лесонасаждений, с одной стороны, определяют размер ветровой тени и защищенность пашни от ветра, а с другой – позволяют прогнозировать оптимальную защитную лесистость территории.

Лесные насаждения, взаимодействуя с ветром, формируют *ветровую тень*, под которой понимается пространство, находящееся на их заветренной (по отношению к преобладающим в данной местности ветрам) стороне, резко уменьшенной скоростью ветра. В практике лесомелиорации протяженность ее определяется по положению пункта, где скорость ветра в зоне влияния лесонасаждения отличается от скорости ветра на открытом пространстве не менее чем на 10%. Протяженность ветровой тени у лесных полос разных конструкций различная и зависит также от угла подхода ветра, состояния атмосферы, шероховатости подстилающей поверхности, орографии местности. При косых ветрах, повышении шероховатости подстилающей поверхности и на наветренном склоне она уменьшается, а при инверсионном состоянии атмосферы увеличивается.

*Долговечность и рост ПЗЛП* – биологические свойства деревьев и кустарников, отражающие их отношение к факторам внешней среды (морозам, засухе, плодородию и засолению почвы), а также способность к возобновлению порослью и корневыми отпрысками. Знание этих особенностей помогает в выборе породного состава защитных насаждений различного назначения.

Высота дуба черешчатого в лесостепной зоне 17 м, березы плакучей и липы мелколистной 21, вяза обыкновенного 18,5, клена остролистного, ясеня пушистого и обыкновенного 19 м. В степной зоне высота дуба черешчатого 15-18 м, гледичии обыкновенной 20, робинии лжеакации 18,5, вяза приземистого 11-16, клена остролистного,

ясеня обыкновенного, груши лесной 12, клена полевого, ясенелистного, ясеня ланцетного, шелковицы белой 10, ясеня обыкновенного 11,5, клена татарского, абрикоса обыкновенного 5-8, ореха грецкого 13 м.

В сухой степи и полупустыне с большой пестротой лесорастительных условий на землях первой категории лесопригодности высота дуба черешчатого 8-9 м, вяза приземистого 11-13, вяза обыкновенного 8, абрикоса обыкновенного 5, ясеня ланцетного 7-9, робинии лжеакалии 10-13, клена ясенелистного 10-13, гледичии 12-13 м; на землях второй категории лесопригодности эти же древесные породы имеют высоту соответственно 6-7; 8-10; 6; 3,5; 6-8; 10-12, 9-11 и 8-10 м; на землях третьей категории лесопригодности 3-4; 6-7; 4-5; 2; 3-4; 5-6; 5-6 и 2 м.

*Продуктивность насаждений* характеризуется запасом древесины (стволовой, сучьев, ветвей), а также листьев и корней деревьев и кустарников на единице площади в определенном возрасте и выражается в м<sup>3</sup>/га или т/га.

Кроме заготовки древесины и второстепенных лесных материалов, в ПЗЛП размещают пасеки, заготавливают древесные соки, собирают дикорастущие плоды, орехи, грибы, ягоды, лекарственные растения и технологическое сырье.

### 8.1.3. Особенности микроклиматических условий в зоне действия лесных полос

*Ветровой режим.* Способность снижать скорость ветра определяет все остальные защитные функции лесных полос: снегораспределение, повышение влажности приземных слоев воздуха, изменение их температурного режима, снижение скорости физического испарения и транспирации у растений, повышение влажности почвы. Ветроломные ПЗЛП представляют собой узкие ленты из древесных пород. Их аэродинамические свойства зависят от их конструкции, формы, плотности (рис. 8.2).

Скорость ветра перед плотной полосой начинает снижаться на расстоянии 5-8Н от нее (рис. 8.3). Внутри насаждения скорость ветрового потока нередко падает до 10%. С заветренной стороны образуется область максимального затишья шириной 1-5Н. На границе этой области не только снижается скорость ветра, но и происходят завихрения ветровых потоков и усиленное турбулентное перемешивание частиц воздуха. Затем скорость ветра резко возрастает и на расстоянии 20-30Н становится такой же, как и в открытом поле.

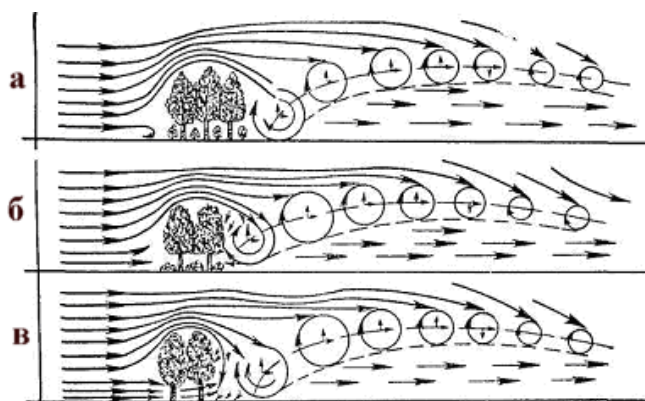


Рис. 8.2. Пересечение воздушным потоком лесной полосы (по А. Я. Смалько): а – плотной, б – ажурной, в – продуваемой

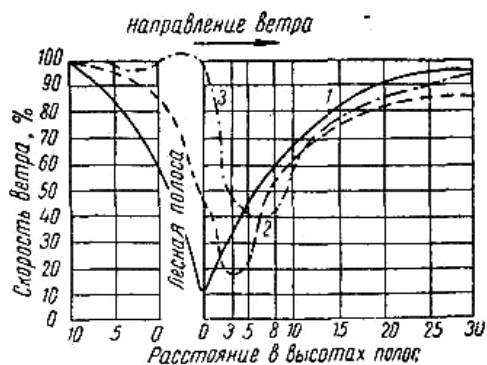


Рис. 8.3. Влияние ПЗЛП разной конструкции на скорость ветра: 1 – плотной, 2 – ажурной, 3 – продуваемой

Ажурная конструкция способствует лучшему прохождению ветрового потока через лесную полосу. Внутри насаждения скорость ветрового потока падает до 40%. За лесной полосой на расстоянии 3-5Н снижение скорости ветра продолжается. Затем на расстоянии до 10-15Н происходит значительное увеличение скорости, а на расстоянии 25-40Н – плавное возрастание до значений на открытом пространстве.

У лесных полос продуваемой конструкции ветровой поток разбивается на две части: нижняя часть ветрового потока проходит между стволами насаждений, а верхняя обтекает полосу сверху. При движении между стволами скорость нижней части воздушного потока иногда увеличивается ввиду сокращения площади сечения потока. На легких песчаных почвах за счет увеличения скорости ветра возможно выдувание почвы внутри полосы. Область затишья простирается на расстоянии 5-10Н от опушки, скорость ветра в ней падает на 40-60%. Затем она плавно нарастает. Оптимальная степень ажурности для продуваемых лесных полос, по Я. А. Смалько, составляет 30-35%.

В лесополосах ажурно-продуваемой конструкции ветровой поток проходит как между стволами, так и сквозь кроны. Зона наибольшего снижения ветра наблюдается на расстоянии 5-10Н.

На снижение скорости ветрового потока большое влияние оказывает высота лесных полос. Чем выше насаждение, тем на большем расстоянии проявляются его защитные свойства.

Характер изменения скорости ветра у лесных полос различных конструкций в безлиственном состоянии примерно такой же, как и в облиственном, только уменьшается абсолютная величина снижения скорости и дальность защитного действия полос.

*Температура и влажность воздуха.* В затишковой области температура воздуха днем повышается в связи с ослаблением вертикального турбулентного обмена и уменьшением теплообмена в приземном слое воздуха, особенно в солнечную ясную погоду.

В зоне наибольшего затишья у лесных полос продуваемой и ажурной конструкций, по данным В. А. Бодрова (1961), температура воздуха в среднем увеличивается до 1°C, вблизи плотных полос в жаркую погоду до 6°C. При облачной и пасмурной погоде разница в температуре воздуха на защищенных и незащищенных полях не наблюдается. Ночью в затишке отмечается даже понижение температуры воздуха ввиду более слабого перемешивания его слоев. Поэтому в период радиационных заморозков возможно усиление их силы в межполосных клетках, особенно около широких и плотных лесных полос.

Постоянное вихревое движение частиц воздуха обуславливает его турбулентную структуру, поэтому в приземном слое атмосферы влажность воздуха практически постоянная. Лесные полосы влияют на влажность воздуха лишь в зоне затишья, вблизи подстилающей поверхности. При суховеях с заветренной стороны от лесных полос на расстоянии до 25Н абсолютная влажность воздуха повышается до 2 мм, а относительная до 5%. Дефицит влажности под влиянием лесных полос уменьшается в зоне 25Н от 5 до 30 мб. В пасмурные дни лесные полосы не оказывают заметного влияния на влажность воздуха.

Таблица 8.2

**Коэффициент и продуктивность транспирации на разных расстояниях от ПЗЛП**

Расстояние от полосы, м	Коэффициент транспирации*	Продуктивность транспирации**
10-15	482	2,075
30-35	455	2,196
100-105	483	2,007
150-155	660	1,515
400-405	622	1,609

\* количество воды в граммах, израсходованной на образование 1 г сухого вещества растений, \*\* количество синтезируемого органического вещества, в граммах, приходящегося на 1 кг транспирируемой воды.

*Испарение из почвы и транспирация.* Чем сильнее лесные полосы снижают скорость ветра, турбулентный обмен и температуру воздуха, тем больше снижается испарение: во влажную погоду до 10, при суховеях до 25%. Уменьшая испарение, лесные полосы увеличивают увлажненность климата, т. е. отношение количества осадков к испаряемости (по Г. Н. Высоцкому). Еще большее положительное влияние лесные полосы оказывают на транспирацию растений (табл. 8.2).



*Задержание и распределение снега.* На открытых полях сносится в среднем 30-50% снега, иногда 70-100%. Хорошим средством для задержания снега являются лесные полосы, причем часть снега задерживается внутри лесной полосы, а часть распределяется по прилегающему к полосе полю.

Снегораспределительная способность лесных полос зависит от их конструкции, высоты и ширины. Плотные и широкие лесные полосы, резко снижая скорость ветра внутри полосы и на ее подветренной стороне, обуславливают отложение снега в виде высоких сугробов (валов). Лесные полосы ажурной конструкции ослабляют скорость ветра на большем расстоянии, чем плотные, и лучше распределяют снег на полях. Как правило, вершина сугроба находится с заветренной стороны на расстоянии 1-3Н от полосы. За сугробом образуется длинный (до 10-15Н) пологий шлейф снега в сторону поля. Продуваемые лесные полосы более равномерно задерживают снег в межполосных пространствах, причем внутри лесополосы снег не задерживается и даже выдувается. Длина снежного шлейфа достигает 12-20Н. Наиболее равномерно распределяют снег лесные полосы ажурно-продуваемой конструкции и полосы аллейного типа. Около таких полос снежные сугробы практически не образуются, а снег распределяется в виде длинного шлейфа на расстоянии до 12-20Н, снег из полос не выдувается.

*Промерзание, водный режим и плодородие почвы.* Лесные полосы способствуют уменьшению промерзания почвы и более раннему оттаиванию. Поэтому на защищенном поле по сравнению с незащищенным талая вода на 10-30% больше поглощается почвой, уменьшаются поверхностный сток и смыв почвы.

Лесные полосы, способствуя сохранению снега в межполосных клетках, снижению скорости ветра и интенсивности испарения влаги, увеличивают запасы воды в почве и снижают непроизводительные расходы влаги на физическое испарение, что обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Лесные полосы также оказывают влияние на почвообразовательные процессы как непосредственно под полосой, так и на прилегающих к ним полях.

#### 8.1.4. Влияние ЗЛН на урожайность сельскохозяйственных культур

ПЗЛП, оказывая влияние на комплекс факторов окружающей среды, тем самым воздействуют на сельскохозяйственные культуры. Это

подтверждают стационарные исследования, выполненные в Каменной Степи (1914-1953 гг.), на Тимашевском опорном пункте ВНИАЛМИ (1931-1995 гг.), Владимирской опытной станции УкрНИИЛХА (1955-1939 гг.), Присивашской опытной станции УкрНИИЛХА (1955-1980 гг.), Поволжской АГЛОС ВНИАЛМИ (с 1963 г.), в ЗСФ ВНИАЛМИ Алтайского края (с 1969 г. и по настоящее время) и др. (В. В. Захаров, 2005; Д. П. Рыжиков, 1963; Б. В. Карузин, 1954, и др.). Всходы озимых и яровых культур на облесенных полях появляются на 1-3 дня раньше по сравнению с посевами в открытом поле, ускоряется их рост и прохождение ими последующих фаз.

Мощный снежный покров, как правило, образующийся на защищенных полях, положительно сказывается на перезимовке озимых, хотя и может обуславливать выпревание, вымокание культур, во избежание чего надо выбирать оптимальные сроки сева и формировать эффективные конструкции лесных полос.

Лесные полосы предохраняют посевы от выдувания, засекания и засыпания. Урожай на полях среди лесных полос, как правило, выше, чем без них. ВНИАЛМИ определены следующие прибавки урожайности зерновых культур (В. Т. Трибунская и др., 1984): на Северном Кавказе 4,2 ц/га, в ЦЧП и Поволжье 2,8 ц/га, Западной Сибири и Северном Казахстане 2,1 ц/га. Исследованиями установлено, что протяженность зоны с повышенным урожаем с заветренной стороны у непродуваемых лесных полос 8-12Н, ажурных 10-14Н, продуваемых 16-25Н. С их наветренной стороны влияние лесных полос разных конструкций распространяется примерно на 5-7Н.

#### 8.1.5. Дифференцированная технология возделывания сельскохозяйственных культур на межполосных полях

Неодинаковые условия снегоотложения, влагообеспеченности, поспевания, питательного режима почвы, микроклимата, формирования урожая сельскохозяйственных культур на межполосном поле являются основанием для выделения экологических зон: I – на заветренной стороне лесополосы на расстоянии 0-10Н, II – там же на расстоянии 10-20Н, III – на наветренной стороне (0-6Н), IV – в середине поля (> 25Н). Вдоль поперечных (дополнительных) лесных полос (0-5Н) экологические условия такие же, как и в зоне III (В. В. Захаров, В. М. Кретинин, 2005). В зонах I и III мелиоративный эффект достигается главным образом за счет улучшения снегоотложения и микроклимата. В этих зонах

на расстоянии 0-2Н иногда проявляется негативный эффект от затенения и проникновения корней деревьев (в борьбе с сельскохозяйственными растениями за влагу). В зоне II иногда происходит выдувание снега, главным образом у лесных полос плотной конструкции, отчего различия условий с зоной IV незначительные (рис. 8.4).

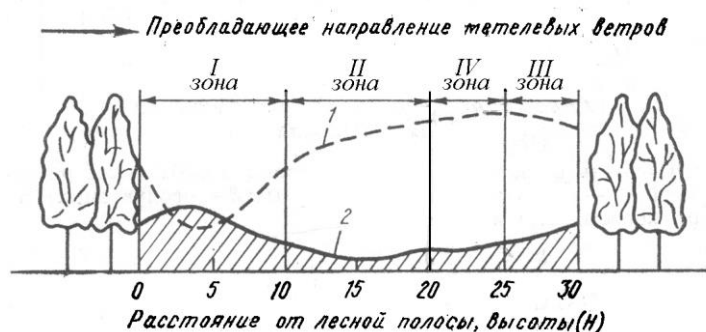


Рис. 8.4. Зоны межполосного пространства:  
1 – скорость ветра, 2 – снежный покров

В агролесомелиоративном земледелии проведены многолетние стационарные исследования в различных природных зонах страны. На основании этих исследований в сухом (богарном) земледелии намечены следующие пути сокращения неоднородности условий среды на межполосных

полях: 1) регулирование снегоотложения путем уменьшения ширины и увеличения ветропроницаемости защитных лесонасаждений, уменьшения расстояний между лесными полосами, т. е. снегосборной площади, увеличение шероховатости поля (снегозадержание снегопахами, кулисами высокостебельных растений); 2) ускорение таяния снежных шлейфов путем зачернения поверхности снега землей или золой; 3) регулирование стока талых вод путем отвода талых вод из I, III зон во II, IV зоны по уклонам и бороздам вспашкой плугом с удлиненным отвалом.

Ведущими звеньями системы агролесомелиоративного земледелия является рациональное использование земли. На межполосных полях первостепенное значение имеет учет требовательности растений к влаге и их отзывчивости на дополнительное увлажнение, а также глубины проникновения корневой системы. В этой связи целесообразно насыщение севооборотов в системе лесных полос озимыми культурами, многолетними травами, сахарной свеклой, подсолнечником, картофелем.

Четко выраженная зональность условий в межполосном пространстве указывает на целесообразность введения в севооборот сборных полей из двух культур одной и той же группы: засухоустойчивые с ранним сроком сева между шлейфами, а влаголюбивые с более поздним сроком сева в зоне отложения снежных шлейфов.

Почвенно-климатические ресурсы лесомелиорированных полей позволяют успешно применять в севообороте промежуточные культуры, занятые пары.

В зоне снежных шлейфов культуры и сорта, более отзывчивые на дополнительное увлажнение, устойчивые к полеганию и грибным болезням, положительно реагируют на увеличение нормы высева семян.

Изучение глубины и способов основной обработки почв на межполосных полях показало, что во влажных почвенно-климатических регионах в I и III приполосных зонах межполосного поля более эффективны глубокие обработки, улучшающие воздушный и питательный режимы почвы, а также отвальные и безотвальные, а в засушливых регионах и в районах проявления дефляции почвы в межшлейфовых зонах (II, IV) – плоскорезные обработки, обеспечивающие сохранение стерни. Установлена высокая эффективность глубокой (12-16 см) предпосевной обработки тяжелосуглинистых выщелоченных и обыкновенных черноземов в Поволжье в I-III зонах межполосного поля.

В условиях дополнительного увлажнения почвы под защитой лесных полос внесение повышенных доз азотных удобрений (в 1,5-2 раза от рекомендуемых для открытых полей) резко повышает урожайность сельскохозяйственных культур, качество продукции.

Дифференцированная технология возделывания сельскохозяйственных культур и биологизация земледелия в агролесоландшафтах (пример тому агролесомелиоративные стационары опытной сети ВНИАЛМИ) обеспечивают повышение бонитета почвы на 1,9-17,0 баллов, или 7-33%, продуктивность севооборота на 273-645 к.е./га·год.

#### 8.1.6. Влияние лесных полос на качество сельхозпродукции

Наиболее важный показатель, характеризующий товарные и питательные достоинства зерна, – содержание в нем белка. Имеются данные об улучшении качества сельскохозяйственной продукции под влиянием ЗЛН (М. Г. Васильев, 1980; Б. В. Лабазников, 1981). Вместе с тем многие исследователи (В. М. Кретинин, 1995, В. В. Захаров, 2005) уменьшение белковости зерна в растениях в I и III зонах межполосного поля объясняют ухудшением азотного питания за счет несбалансированного выноса азота растениями. Тем не менее валовой баланс белка в этих зонах положительный за счет большего сбора урожая.

Внесение органических и минеральных удобрений резко повышает качество продукции во всех зонах межполосного поля, особенно в посевах по чистому пару. Большие дозы удобрений не снижают чистоту сельхозпродукции. Введение парозанимающих культур уменьшает белковость зерна в последующих посевах зерновых культур.

### 8.1.7. Гидрологическая роль ПЗЛП

Дополнительные накопления снежных отложений, перевод поверхностного стока во внутрипочвенный, увлажнение почв и грунтов, формирование ГВ в агролесоландшафте определяют одну из важнейших функций ПЗЛП – гидрологическую. В агролесомелиорации и агролесомелиоративном почвоведении она изучена довольно полно (Г. Ф. Басов, 1963; А. А. Молчанов, 1960; Г. Н. Высоцкий, 1962, и др.). Так, в агролесоландшафтах Поволжской АГЛОС и Тимашевского опорного пункта УГВ за 25 лет повысился на 3 м. ГВ стали корнедоступными, что ускорило рост и повысило продуктивность древостоев и сельскохозяйственных культур. Однако подъем ГВ может привести к отрицательным последствиям: засолению почв, заболачиванию территории. Эти процессы могут быть предотвращены введением в севообороты многолетних бобовых трав (люцерны и др.), обладающих глубокой корневой системой, а также занятых и сидератных паров. Более редкое размещение лесных полос в агролесоландшафте, их прочистка и формирование продуваемой конструкции, обеспечивающие равномерное распределение снежных отложений, продуктивное использование почвенной влаги сельскохозяйственными растениями, также снижают негативный эффект.

### 8.1.8. Агролесомелиорация почв

Предметом исследования агролесомелиоративного почвоведения являются почвы под искусственными лесонасаждениями и на защищенных ими сельскохозяйственных угодьях. Обобщения результатов приведены в монографиях П. Е. Соловьева, 1967; М. К. Саланова, 2003; Е. С. Павловского, 1991; А. Н. Каштанова, 2001; В. М. Кретицина, 1995; В. В. Захарова, 2005, и др.

Мелиорация степных почв под ЗЛН происходит вследствие изменения факторов почвообразования в агролесоландшафте. Замена степной растительности на лесную увеличивает глубину и объем охвата корневыми системами почвогрунтов, изменяет круговорот веществ, способствует формированию биогеоценотического горизонта лесной подстилки. Изменение микроклимата в ЗЛН выражается в сглаживании термических показателей, в уменьшении глубины промерзания и прогревания почвы. Действие почвообразующего фактора времени состоит в развитии процессов аккумуляции биогенных эле-

ментов, переноса веществ и энергии в педосфере по вертикали и горизонтали. Действие антропогенного фактора состоит в выполнении мелиоративных мероприятий: гидротехнических, почвообрабатывающих (основная обработка почвы, внесение мелиорантов) и др.

Мелиоративные изменения в почве (увеличение мощности аккумулятивных и иллювиальных горизонтов, более темная их окраска, постепенность переходов между горизонтами, понижение глубины вскипания и выделение карбонатов, сульфатов, хлоридов) зависят от типа, состава, строения, возраста лесонасаждения.

В лесомелиорированной почве улучшаются физические свойства (структурный состав и водопрочность агрегатов, плотность сложения скелета и объемная масса, водопроницаемость), физико-химические свойства (несколько понижается реакция почвенного раствора (рН, увеличивается содержание гумуса, биофильных элементов НРК, поглощенных оснований  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , уменьшается содержание  $\text{Na}^+$  и токсичных солей) и биологические свойства (растет численность микроорганизмов, повышается активность биологических процессов – интенсивность выделения  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы, – целлюлозоразлагающая, аммонифицирующая и нитрифицирующая способность почвы). Изменения генезиса лесомелиорированных почв отмечаются на уровне вида или видовых признаков: мощности, гумусированности, эродированности, засоленности и т. п. На прилегающих к ЗЛН сельскохозяйственных угодьях положительные изменения в мелиорированных почвах выражены значительно слабее, чем под ЗЛН, и отмечаются на статистически значимом уровне, обычно на расстоянии до 4Н. Почвоулучшение в лесозащищенном агробиогеоценозе происходит в основном за счет отложения продуктов смыва и дефляции почв, листового опада, растительных остатков на пашне, пастбищах, лугах.

#### 8.1.9. Технологии создания ПЗЛП

*Зональные особенности подготовки почвы.* Подготовка почвы является важным технологическим приемом, создающим благоприятную основу для высокой приживаемости лесных культур и дальнейшего их роста и развития.

В большинстве АЛМР почву готовят, как правило, по определенной системе, включающей лушение стерни, основную вспашку, весенне-летнюю обработку пара, перепашку пара и предпосадочное рыхление. В основе этой системы – черный пар. Лушение стерни

предшествует основной вспашке и осуществляется сразу после уборки урожая зерновых культур. Оно улучшает физическое состояние почвы, провоцирует прорастание семян сорных трав, облегчает зяблевую вспашку. Проводят лушение на глубину 7-8 см дисковыми лущильниками. При закладке лесных полос по многолетним травам вместо лушения применяют дискование на глубину 10-12 см.

Глубина вспашки зависит от почвы, группы лесопригодности. На обыкновенных черноземах вспашку проводят на 35-40 см с однолетним парованием. Последовательность работ при этом следующая: лушение стерни на 4-6 см, зяблевая вспашка на 27-30 см с одновременным доуглублением до 35-40 см, весеннее покровное боронование, полойные культивации с 6-8 до 10-12 см (два-три раза за лето), осенняя безотвальная перепашка пара на глубину 27-30 см, весной в год посадки предпосадочная культивация. При нарастании сухости климата и ухудшении лесопригодности почвы глубину обработки увеличивают.

На южных черноземах и почвах каштанового типа основную обработку выполняют на глубину 50-60 см плантажным плугом. Однако плантажная вспашка не везде и не во все годы дает положительный результат. При плантажной вспашке каштановых почв на поверхность выворачивается бесплодный, часто засоленный, бесструктурный и с низким содержанием гумуса нижележащий горизонт, который при выпадении атмосферных осадков быстро заплывает и затрудняет проникновение влаги, в результате чего происходит повышенный расход ее на физическое испарение. Приживаемость сеянцев древесных пород в такие годы невысокая, и приходится выполнять значительный объем работ по дополнению посадок.

Во ВНИАЛМИ провели исследования по выявлению более производительных приемов основной обработки почвы, удовлетворяющих как в лесоводственном, так и экономическом отношении, и установили, что глубокое безотвальное рыхление, как и плантажная вспашка, обеспечивает благоприятную для развития корневой системы деревьев плотность сложения почвогрунта: в слое 0-10 см –  $1,05 \text{ г/см}^3$ , 20-30 см –  $1,3$ , 40-50 см –  $1,37 \text{ г/см}^3$ , при плантажной вспашке – соответственно  $1,01$ ;  $1,24$  и  $1,34 \text{ г/см}^3$ .

За период парования лесокультурной площади при глубоком рыхлении в полутораметровом слое накапливается на  $200-250 \text{ м}^3/\text{га}$  влаги больше, чем при плантажной вспашке. Это преимущество сохраняется в течение первых двух лет и после закладки лесных полос, обеспечивая высокую приживаемость и рост сеянцев.

Использование при обработке почв рыхлителя РУ.65.2,5 позволило значительно повысить производительность труда и сократить затраты техники.

При основной безотвальной обработке почвы предусматриваются следующие работы.

На южных черноземах, темно-каштановых и каштановых почвах в комплексе с солонцами до 25% лушение на 6-8 см, безотвальное рыхление на 50-60 см и отвальная вспашка на 27-30 см, снегозадержание, весеннее покровное боронование, две-три послойные культивации пара (первые две на глубину 10-12 см, последующие на 6-8 см), боронование после обильных дождей, осенняя безотвальная перепашка пара на 27-30 см, снегозадержание весной, предпосадочное боронование в два следа в год посадки.

На почвах с большим участием солонцов (свыше 25%), которые относятся к группе нелесопригодных без коренных мелиораций, плантажная вспашка остается пока одним из эффективных мелиоративных приемов почвообработки. Для достижения хорошего агрофизического состояния почвы и лучшего перемешивания генетических горизонтов применяют двукратный плантаж и двух-, трехлетнее парование с интенсивными обработками. При этом проводят осеннюю плантажную вспашку на глубину 50-60 см, послойные культивации пара (первые две на 10-12 см, последующие две на 6-8 см), боронование после обильных дождей, снегозадержание, еще год парование с соответствующей обработкой, осенью второго года повторную плантажную перепашку пара, а весной, в год посадки, предпосадочную культивацию с боронованием.

В Городищенском районе Волгоградской обл. на светло-каштановых почвах (солонцов более 40%) применяли глубокое (на всю мощность карбонатного горизонта – до 100-130 см) рыхление в сочетании с внесением мелиоранта – промышленных отходов серной кислоты. Его дозу, необходимую для вытеснения обменного натрия из почвенно-поглощающего комплекса, рассчитывали по эквивалентному соотношению к чистому гипсу. Мелиоранты вносили в год основной обработки почвы в два приема: первую половину дозы – перед отвальной вспашкой на 27-30 см, вторую – перед глубоким рыхлением с последующей культивацией. Почву после внесения мелиоранта выдерживали в состоянии черного пара в течение трех лет. В последнюю осень перед посадкой пар перепашивали плугом без отвала на глубину 27-30 см.

Глубокое рыхление без внесения мелиорантов также значительно



улучшило водно-физические свойства почвы: объемная масса снизилась, а порозность повысилась в пахотном слое. Это положительно отразилось на водопроницаемости. Количество впитавшейся воды при глубоком рыхлении светло-каштановой почвы за 5 ч составило 299 мм, на плантажной вспашке 253 мм, на солонце соответственно 224 и 150 мм. Вследствие изменения сложения почвогрунта произошло перераспределение влаги по профилю с большим накоплением ее в нижних горизонтах. Увеличение глубины промачивания почвогрунта способствовало постепенному выщелачиванию легкорастворимых солей из верхних горизонтов. За три года парования общий запас солей в метровом слое по сравнению с исходным содержанием на варианте с глубоким рыхлением уменьшился на 35%, тогда как при плантажной вспашке – на 20%. При этом наиболее интенсивно вымывались хлориды.

Внесение отработанного раствора серной кислоты усилило мелиорирующий эффект и улучшило лесорастительные условия солонцовых почв. Приживаемость древесных пород повысилась на 7-10%, а энергия роста на 25-30%.

В период парования почвы проводят культивации. На черноземах первую культивацию выполняют на глубину 6-8 см, а последнюю – на 13-15 см, на почвах каштанового типа соответственно на 13-15 и 6-8 см. При образовании на поверхности почвы корки боронование проводят независимо от засоренности.

Особую опасность для жизни молодых деревьев представляют многолетние сорняки, поэтому их уничтожают в период парования почвы с помощью гербицидов. Высоким эффектом отличаются препараты, содержащие глифосат в дозах 5-6 л/га, их можно вносить в любые почвы. Первое опрыскивание следует проводить в период массового отрастания многолетних корнеотпрысковых сорняков (середина – конец мая), второе – после их вторичного отрастания, как правило, через 40-50 дней после первого опрыскивания (в конце июля – начале августа). Именно в этот период происходит отток пластических веществ из надземной части растений в подземную, что дает возможность гербицидам системного действия, каким является глифосат (раундап), проникать в корни сорняков и вызывать их отмирание. Через 2-3 недели после каждого опрыскивания проводят культивацию или дискование почвы. Цель этих приемов – измельчить органы вегетативного размножения сорняков и стимулировать их прорастание. Осенью пары перепахивают безотвальными орудиями на глубину 27-30 см.

### 8.1.10. Мелиорация засоленных почв

К засоленным почвам относят солончаки и солонцы, широко распространенные в зоне сухих и пустынных степей, встречаются они в степной, лесостепной зонах.

Солончаки – почвы, содержащие большое количество водорастворимых солей с самой поверхности. Они образуются при близком залегании минерализованных ГВ (подтип гидроморфных солончаков) или на засоленных почвообразующих породах при глубоком залегании ГВ (автоморфные солончаки) в условиях засушливого климата при выпотном типе водного режима. При испарении воды верхние горизонты почв обогащаются водорастворимыми солями. Определенную роль в накоплении солей может играть растительность, которая вместе с водой извлекает из нижних горизонтов и соли. Могут образовываться солончаки при переносе солей ветром (импульверизация), что наблюдается в приморских областях или в районах с засоленными озерами, а также при избыточном орошении и в результате внутрипочвенного перераспределения солей. Растительный покров на солончаках изрежен, а при высоком содержании солей совсем отсутствует.

Солонцами называют почвы, содержащие в поглощенном состоянии большое количество обменного натрия, а в ряде случаев и магния. В отличие от солончаков солонцы содержат водорастворимые соли не в самом верхнем горизонте, а на некоторой глубине. Высокое содержание натрия в поглощающем комплексе обуславливает дисперсность органических и минеральных коллоидов и их подвижность.

Солонцы отличаются плохими водно-физическими и физико-механическими свойствами. В сухом состоянии они имеют плотное сложение, во влажном – сильно набухают, становятся вязкими, липкими. Водопроницаемость солонцов низкая, запас в них не усвояемой растениями влаги высокий.

Принято подразделять солонцы на три типа: автоморфные (степные), формирующиеся в условиях глубокого залегания ГВ; полу-гидроморфные (лугово-степные), развивающиеся на первой и второй надпойменных террасах, в приозерных понижениях с ГВ на глубине 3-6 м; гидроморфные (луговые), формирующиеся в поймах рек и в приозерных понижениях при близком залегании ГВ (до 3 м). Название подтипов определяется зональными почвами, среди которых эти солонцы распространены: черноземные, каштановые, бурые и др.

Солонцы обычно встречаются в виде пятен разного размера в

комплексе с зональными почвами. По степени солонцеватости в зависимости от процентного содержания обменного натрия и емкости поглощения различают почвы комплекса: несолонцеватые – менее 5% (< 3%); слабосолонцеватые 5-10 % (3-5%); среднесолонцеватые – 10-15% (5-10%); сильносолонцеватые 15-20% (10-15%); солонцы – более 20% (> 15%). (В скобках приведены значения для малогумусных почв).

Степень участия солонцов в почвенном покрове часто определяет лесорастительные условия территории. При высоком содержании их в почвенных комплексах (свыше 25%) необходимы мероприятия по повышению лесопригодности почв.

При группировке почв по засоленности пользуются морфологическими и аналитическими показателями.

По глубине залегания водорастворимых солей почвы подразделяют на незасоленные – солевой горизонт глубже 200 см; глубокозасоленные – на глубине 150-200 см; глубокосолончаковатые 80-150 см; солончаковатые 30-80 см; солончаковые – выше 30 см. Почвы, содержащие легкорастворимые соли глубже двух метров, отнесены к незасоленным. Но при орошении, где возможно вторичное засоление, такие почвы могут засоляться. При определении типа засоления пользуются соотношениями анионов и катионов (в мг·экв/100 г почвы) в водной вытяжке, приведенными в табл. 8.3.

Обобщенная характеристика почв по содержанию водорастворимых солей (А. М. Бялый и др., 1978) приводится в табл. 8.4.

При группировке засоленных почв и определении их лесопригодности большое значение имеет не только общее количество солей, но и их качественный состав. Следует учитывать, что по степени уменьшения токсичности анионы располагаются следующим образом:  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ .

По степени солеустойчивости древесные породы и кустарники следует располагать в следующие примерные группы:

солеустойчивые – саксаул, тамарикс;

наиболее солевыносливые – вяз мелколистный, лох узколистный, береза киргизская, ясень зеленый, из кустарников – жимолость татарская, смородина золотая, свидина;

солевыносливые – дуб черешчатый, груша лесная, робиния-псевдоакация, гледичия, айлант, софора японская, клен татарский, ясень остроплодный, при орошении – тополь белый, тополь туркестанский (Болле), в меньшей мере плодовые породы – абрикос, шелковица белая, айва, алыча, из кустарников – сирень обыкновенная, боярышник, аморфы, карагана древовидная;

Таблица 8.3

## Химизм (тип) засоления почв (по Н. И. Базилевич и Е. И. Панковой, 1970)

Засоление по анионному составу	$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}}$	$\frac{HCO_3^-}{Cl^-}$	$\frac{HCO_3^-}{SO_4^{2-}}$	Засоление по катионному составу	$\frac{Na^+}{Mg^{2+}}$	$\frac{Na^+}{Ca^{2+}}$	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$
Хлоридное	> 2,5	-	-	Натриевый	> 1	> 1	-
Сульфатно-хлоридное	2,5-1	-	-	Магниево-натриевый	> 1	> 1	> 1
Хлоридно-сульфатное	1-0,2	-	-	Кальциево-натриевый	> 1	> 1	< 1
Сульфатное	< 0,2	-	-	Кальциево-магниевый	< 1	< 1	> 1
Содово-хлоридное	> 1	< 1	> 1	Натриево-магниевый	< 1	> 1	> 1
Содово-сульфатное	< 1	> 1	< 1	Натриево-кальциевый	> 1	< 1	< 1
Хлоридно-содовое	> 1	> 1	> 1	Магниево-кальциевый	< 1	< 1	< 1
Сульфатно-содовое	< 1	> 1	> 1	Магниевый	< 1	1	> 1
Сульфатно- или хлоридно-гидрокарбонатное		> 1	> 1				

Таблица 8.4

## Характер и степень засоления почв

Степень засоления почв	Тип засоления																
	хлоридный и сульфатно-хлоридный					хлоридно-сульфатный и сульфатный					содовый и смешанный						
	плотный остаток	Cl <sup>-</sup>	плотный остаток	Cl <sup>-</sup>	плотный остаток	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	плотный остаток	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	плотный остаток	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
Незасоленные	> 0,3	< 0,01	< 0,3	< 0,01	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,01	0,02	0,02	< 0,1	0,01	< 0,06	0,02	< 0,001
Слабозасоленные	0,3-0,5	0,01-0,05	0,3-1,0	0,01	0,1-0,4	0,1-0,4	0,1-0,4	0,1-0,3	0,01	0,05-0,1	0,05-0,1	0,05-0,1	0,1-0,3	0,01	0,1-0,2	0,05-0,1	0,001-0,004
Среднезасоленные	0,5-1,0	0,05-0,10	1,0-2,0	0,05	0,4-0,6	0,4-0,6	0,3-0,5	0,3-0,5	0,01	0,2	0,2	0,2	0,3-0,5	0,01	0,2-0,3	0,002-0,006	0,002-0,006
Сильнозасоленные	1,0-2,0	0,1-0,2	2,0-3,0	0,01	0,6-0,8	0,6-0,8	0,5-0,7	0,5-0,7	0,02	0,2	0,2	0,2	0,5-0,7	0,02	0,3-0,4	0,006-0,015	0,006-0,015
Солончаки	> 2,0	> 0,2	> 3,0		> 0,8	> 0,8	1,0	1,0	0,02,	0,2	0,2	0,2	1,0	0,02,	> 0,4	> 0,4	> 0,015

слабосолевыносливые – ясень обыкновенный, клен ясенелистный, ива белая, скумпия и др.

При орошении солеустойчивость растений повышается.

Пороги допустимых и токсичных количеств легкорастворимых солей для солевыносливых деревьев и кустарников приводятся в табл. 8.5.

Таблица 8.5

**Пороги токсичности (по Е. С. Мигуновой, 1978)**

Ионы вредных для растений солей	Содержание, % от веса почв		
	допустимое	угнетающее	токсичное
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (сода)	< 0,005	0,005-0,01	> 0,01
	< 0,02	0,02-0,04	> 0,04
Cl <sup>-</sup> (хлорид)	< 0,01	0,01-0,03	> 0,03
	< 0,03	0,06-0,15	> 0,15
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (сульфаты за вычетом гипса)	< 0,1	0,1-0,3	> 0,3
	< 0,5	0,5-1,0	1,0

*Примечание. В числителе – при недостаточном увлажнении, в знаменателе – при повышенном.*

Из всего многообразия методов мелиорации солонцов можно выделить химический и агробиологический. Их применяют в зависимости от генетических особенностей солонцовых почв и условий их формирования.

Теоретическим обоснованием метода *химической мелиорации* почв является реакция замещения натрия, находящегося в почвенном поглощающем комплексе, кальцием вносимого мелиоранта. Удаление обменного натрия способствует коагуляции почвенных коллоидов, что, в свою очередь, ведет к улучшению физических и структурно-механических свойств солонцов, одновременно нейтрализуется щелочность. Непременным условием мелиорации является удаление из корнеобитаемого слоя почвы продуктов обменных реакций, в противном случае может произойти вторичное осолонцевание.

Самый распространенный мелиорант – гипс (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O). Расчет дозы мелиоранта, как правило, ведется по формуле, учитывающей содержание обменного натрия в мелиорируемом слое, либо по методу донасыщения (по содержанию кальция, поглощаемого солонцовой почвой при обработке ее насыщенным раствором гипса), либо для остаточных солонцов с низким содержанием поглощенного натрия (менее 10-15 %) по количеству водно-пептизируемого ила, по порогу коагуляции тонкодисперсных фракций. Дозы других мелиорантов (фосфогипс, хлористый кальций, известняк, сера, минеральные кисло-

ты и др.) рассчитываются с помощью коэффициентов эквивалентности их гипсу.

Чтобы обеспечить вымывание из пахотного слоя остаточных и вновь образовавшихся солей, гипсование проводится с применением глубокой (на 27-30 см) вспашки с почвоуглублением для полного разрушения солонцового горизонта. Обязательны парование, применение мероприятий, способствующих накоплению влаги (снегозадержание и др.).

Химический метод мелиорации применяется в основном на солонцовых почвах в лесостепи и черноземной степи при условии достаточного количества атмосферных осадков, а также при орошении и прежде всего на почвах с глубоким залеганием (ниже 40 см) карбонатного и гипсового горизонтов, когда карбонаты и гипс не могут использоваться для самомелиорации.

В сухой степи и полупустыне, где сумма осадков не превышает 300-350 мм/год и где сосредоточены основные площади солонцовых земель, химические мелиорации без орошения неэффективны. Для этих условий учеными Почвенного института им. В. В. Докучаева разработан *агробиологический метод* мелиорации солонцов, предполагающий сочетание механического, химического и биологического воздействия на почву. Механическое нарушение естественного сложения генетических горизонтов и улучшение физических свойств достигаются применением системы мелиоративной обработки: химическое – путем использования в качестве мелиорирующего средства высокозалегающих (выше 40 см) карбонатов или гипса самой почвы, вовлекаемых в процессе глубокой вспашки в пахотный слой; биологическое воздействие достигается при возделывании культур-освоителей солонцов, применении органических удобрений (навоза, компоста, сидератов), увеличивающих содержание гумуса, продуцирующих выделение углекислоты, необходимой для перевода карбонатов в растворимую двууглекислую соль кальция.

Приемы обработки солонцовых почв включают в основном отвальную вспашку, безотвальное рыхление, плантажную и трехъярусную вспашки.

Кроме мелиоративной вспашки с вовлечением кальциевых солей, может применяться *агротехнический способ* мелиорации солонцов, заключающийся во фрезеровании или дисковании верхнего надсолонцового горизонта на глубину 8-10 см с последующим рыхлением солонцового и подсолонцового горизонтов на глубину 30-35 см и более. Этот способ применяется преимущественно на целинных со-

лонцовых почвах с глубоким залеганием солей кальция и может сочетаться с химической мелиорацией.

Технологии выращивания лесных полос на различных почвах по природным зонам, в том числе на почвах солонцового комплекса, отражены в разработках ВНИАЛМИ.

Освоение солончаков возможно лишь при условии применения сложных мелиоративных мероприятий (понижение УГВ ниже критического – глубже 2,5-3,0 м, промывка от избытка солей до содержания 0,3-0,4% и менее и др.). В настоящее время практически единственным способом удаления излишка легкорастворимых солей является вымывание их из почвенного профиля. При этом необходимо принимать соответствующие меры для предотвращения вторичного засоления или осолонцевания. Лишь в редких случаях почва и грунты настолько глубоко проницаемы, что при проведении промывок не требуется искусственный дренаж. При дренаже необходимо опреснение не только верхнего почвенного слоя, но и верхней толщ грунтов и ГВ (до концентрации 2-3 г/л). Лучшие сроки проведения промывок солончаков – поздняя осень или зима. Для обогащения солончаков органическим веществом, улучшения структуры и усиления биологической активности, особенно в начальный период освоения, необходим посев солеустойчивых культур, в том числе кормовых бобовых трав.

Способы создания лесонасаждений на почвах различной степени засоленности подробно рассматриваются Е. С. Мигуновой (1978).

#### 8.1.11. Способы создания, густота посадки (посева) насаждений

Существует множество схем размещения посадочных мест – рядовая и шахматная, посадка одиночными растениями и группами. Схемы посадки (в том числе гнездовой, диагонально-групповой и др.) отличаются, как правило, расстояниями между рядами или посадочными местами в ряду, или тем и другим одновременно.

Наиболее распространён рядовой способ размещения растений. На лесокультурной площади при этом способе ПЗЛП в основном создаются 3-4-рядные, шириной не более 15 м. Внутри полей севооборотов возможно создание 2-рядных лесных полос. Создают ПЗЛП чистые (из одной главной древесной породы) и смешанные. Для ускорения защитного действия в опушечные ряды вводят быстрорастущие породы. На почвах каштанового комплекса в опушечный наветренный ряд полосы рекомендуется вводить до 25% низкорослых кустар-

ников, чередуя их с древесными породами. На обыкновенных чернозёмах рекомендуемая ширина междурядий 2,5-3,0 м, на южных чернозёмах и каштановых комплексных почвах 3-4 м. Расстояние между сеянцами в рядах во всех зонах 1,0-1,5 м. Заслуживает широкого внедрения групповая посадка сеянцев по 3-4 в одно место. Опытные лесные полосы, созданные диагонально-групповым способом Е. С. Павловским в Каменной степи, имеют преимущество перед густыми рядовыми посадками, так как быстрее растут, а затраты на формирование ветропроницаемых конструкций меньше.

При диагонально-групповом и шахматном способах расстояние между посадочными местами в рядах 6-8 м. При строчно-луночном посеве дуба расстояние между лунками 1 м, а между группой лунок 3 м. На комплексных каштановых и светло-каштановых почвах сухой степи и полупустыни с наличием солонцов до 25% линейные ПЗЛП создают лишь на участках крупных падин с корнедоступными пресными ГВ.

Для наиболее ценных пород разработаны специальные схемы смешения, например коридорный способ выращивания дуба в ПЗЛП. Высаживают сеянцы ранней весной по одному в посадочное место. Механизированную посадку сеянцев проводят агрегатом из лесопосадочных машин ССН-1, навешиваемых на специальный брус, что позволяет использовать сажалки в одно-, двух- и трёхмашинном вариантах, агрегатируемые соответственно с тракторами классов 1,4 и 3 т. Для посадки используются лесопосадочные машины СЛЧ-1А и СЛН-1, последняя со сцепкой СН-75. Посев желудей строчно-луночным способом с шагом 0,9 м проводится сеялкой желудёвой МЛТИ-1, агрегатируемой с тракторами класса 0,6-0,9 т. При таком размещении сеянцев лесные полосы обычно получаются густыми и для придания им ветропроницаемых конструкций часто требуется изреживание.

#### 8.1.12. Ассортимент деревьев и кустарников

Видовой состав деревьев и кустарников, используемый при создании ПЗЛП, определяется лесорастительными условиями местопроизрастания и биологическими особенностями растений. В современной агролесомелиорации биологические свойства деревьев и кустарников оценивают по возможности использования их в новых условиях. Особое значение имеют их засухоустойчивость, солевыносливость, морозоустойчивость, строение кроны и корневых систем, способность к временной консервации роста, к возобновлению по-



рослью и размножению отпрысками, пластичность по отношению к почве и свету, быстрота роста в высоту, устойчивость к вредителям и болезням. Подробно ассортимент изложен в разд. 4.2.

#### 8.1.13. Главные и сопутствующие древесные породы

Древесные породы подразделяются на главные и сопутствующие в зависимости от выполняемой ими роли в конкретных условиях. *Главные породы* образуют верхний ярус насаждения и выполняют основную защитную роль. Это наиболее высокорослые, устойчивые и долговечные растения. *Сопутствующие породы* занимают второй ярус, они более теневыносливы, преимущественно имеют густую крону и выполняют вспомогательную роль: отеняют почву, создают лучшие условия для роста в высоту главных пород, способствуют очищению их стволов от сучьев, уплотнению вертикального профиля насаждения. Однако в какой-то мере это деление условно, потому что одна и та же порода в разных лесорастительных условиях может быть главной или сопутствующей. Например, ясень ланцетный (зелёный), одна из рекомендованных на Ергенях древесных пород, наиболее устойчив к неблагоприятным климатическим и почвенно-грунтовым условиям сухой степи и полупустыни и может быть использован в качестве главной породы на светлокаштановых почвах в Калмыкии, на юге Волгоградской и юго-востоке Ростовской обл. В лучших лесорастительных условиях сухостепной и степной зон он рекомендуется как сопутствующая порода и считается одним из лучших спутников дуба. Многие деревья в экстремальных условиях роста принимают кустарниковую форму (клены татарский и полевой, алыча, абрикос, рябина, шелковица и др.).

#### 8.1.14. Чистые и смешанные насаждения. Схемы смешения пород

ПЗЛП создают как чистыми (из одной главной породы), так и смешанными. Смешение особенно необходимо для светолюбивых главных пород (робинии, гледичии, ясеня). Оно осуществляется чередованием чистых рядов из различных древесных культур с размещением в крайних рядах сопутствующих пород.

В районах недостаточного увлажнения с ограниченным ассортиментом пород на каштановых почвах (сухостепная и полупустынная зоны) ПЗЛП создают в основном из одних главных пород, но с более широкими междурядьями, позволяющими периодически проводить механизированные уходы за почвой на протяжении всей жиз-

ни насаждений. Для повышения их долговечности и устойчивости за счёт снегонакопления и дополнительного увлажнения может быть использован низкий кустарник в смешении с главной или сопутствующей породой в опушечных рядах, а также чистыми рядами. ПЗЛП из дуба можно создавать на всех лесопригодных почвах, где эта порода успешно произрастает. В отдельных случаях для ускорения защитного действия ПЗЛП из дуба, сосны или других медленно растущих пород в опушечный ряд вводят быстрорастущую породу.

В степных районах лучше растут смешанные насаждения из светолюбивых (робиния, гледичия) и теневыносливых древесных пород. Последние размещают в крайних рядах, где они развивают густую крону, усиливающую их почвозащитное действие. В 3-рядных полосах теневыносливые породы высаживают в крайних рядах через одно дерево главной породы, в 4-5-рядных крайние ряды полностью отводят под эти породы. Хорошим ростом отличаются чистые по составу лесные полосы из пород, наиболее пригодных для данных условий произрастания.

#### 8.1.15. Применение кустарников в ПЗЛП

Кустарники, как и сопутствующие древесные породы, играют лишь вспомогательную роль. Они либо участвуют в формировании нужной структуры полосы, либо создают более благоприятные условия для роста главных пород.

Кустарники в ПЗЛП должны быть низкорослыми и необязательно теневыносливыми, так как они высаживаются только в крайних рядах. Количество кустарников в ПЗЛП должно быть ограничено – не более 25-30% от посадочных мест.

Особенно важна роль кустарников при создании устойчивых, долговечных и экономически эффективных ПЗЛП в богарных условиях центральной и южной лесостепи, а также в степи Западной Сибири, где их основной функцией является рациональное распределение твёрдых осадков между полем и лесополосами. Использование кустарников в узких лесополосах способствует снижению скорости ветра, освещённости, температуры почвы, потерь влаги летом и промерзания грунта зимой.

#### 8.1.16. Основные периоды роста и формирование насаждений

Все лесонасаждения в течение жизненного цикла проходят определённые периоды развития: приживание, индивидуальный рост,

смыкание, подавление степной растительности, образование степной подстилки, чащи и жердняка, формирование ярусов, самоизреживание, обособление групп и отдельных деревьев, старение и деградация разомкнутого полога, внедрение степных трав, распад и отмирание.

Влияние степных факторов, как считает Е. С. Павловский (1976), придаёт стадиям жизненного цикла насаждений определённые особенности (более быстрое формирование, развитие, старение, распад), выражающиеся в большей степени по мере ужесточения условий местопроизрастания. В жизненном цикле степных искусственных насаждений Украины Н. А. Лихманов выделил четыре периода: образование насаждений; активное развитие и взаимодействие ярусов; период относительно установившейся структуры и взаимовлияния ярусов; ослабление жизнедеятельности насаждений, их старение, деградация и распад.

ПЗЛП сухостепной и полупустынной зон в основном 3-5-рядные с широкими регулярно обрабатываемыми междурядьями, продуваемой или ажурно-продуваемой конструкции. Их периоды формирования и развития несколько отличаются. В жизненном цикле ПЗЛП сухой степи и полупустыни Л. С. Савельева (1975) выделила пять периодов: усиленный рост в высоту; стабилизация роста в высоту, большой рост по диаметру; ослабление физиологических процессов, общее падение прироста; массовая суховершинность; усыхание и расстройство лесополосы. Продолжительность каждого периода зависит от многих факторов, главные из которых лесорастительные условия и технология создания и выращивания насаждений.

#### 8.1.17. Взаимоотношение пород в насаждении по мере роста

Чистые одновозрастные насаждения имеют простую форму, кроны всех деревьев расположены в одном ярусе; насаждения из нескольких древесных пород образуют обычно сложные по форме многоярусные древостои. Кустарники, если они есть, занимают положение подлеска и находятся в нижнем ярусе насаждений. Как чистые, так и смешанные насаждения имеют достоинства и недостатки в разных природных районах. По мнению некоторых учёных (А. Л. Бельгард, А. Б. Жуков, Ю. Л. Кирсанов, Н. А. Сидельников, С. А. Кривда и др.), чистые насаждения целесообразно создавать в более жёстких лесорастительных условиях, особенно на почвах с резко выраженными специфическими свойствами. В смешанных насаждениях в этом случае к неблагоприятным условиям среды добавляются ещё и сложные конкурент-

ные взаимоотношения между породами. Другие считают, что многопородные лесные полосы по сравнению с однопородными имеют худшую конструкцию, хуже развиваются, для них требуются частые и дорогостоящие лесоводственные меры ухода. Однако в отношении устойчивости, продуктивности и долговечности посадок это не всегда подтверждается практикой. П. Д. Никитин (1972) отмечает, что на чернозёмах приемлемы как чистопородные узкие лесные полосы, так и смешанные, состоящие из светолюбивых и теневыносливых древесных пород. Последние, по его мнению, лучше приспособляются к условиям внешней среды. Л. С. Савельева (1974), В. В. Бозриков (1970) считают однопородные насаждения в засушливой и сухой степи более устойчивыми, чем смешанные.

Преимущество смешанных насаждений из берёзы с другими породами заключается в том, что они хорошо притеняют почву, которая в чистых берёзовых полосах быстро задерновывается из-за большого проникновения света под ажурный полог этих деревьев. Кроме того, смешением берёзы с другими породами достигается более редкое её размещение. Берёза быстро перерастает по высоте теневыносливые породы, не испытывая ощутимого влияния с их стороны, и образует в верхнем ярусе однопородный, но более редкий древостой. Это позволяет ей развивать сильные кроны и большой диаметр ствола. По некоторым данным, средний диаметр берёзы в смешанных насаждениях на 8-10% больше, чем в чистых, при прочих равных условиях и независимо от сопутствующей породы. Участие сопутствующих пород придаёт берёзовым полосам ажурную или даже плотную конструкцию в отличие от продуваемой, которая характерна для чистых берёзовых древостоев с высоким очищением сучьев стволов.

С возрастом деревья в насаждениях неизбежно вступают в определённые взаимоотношения, соприкасаясь друг с другом надземными и подземными частями (смыкание, взаимовлияние и взаимопроникновение крон и корневых систем). Эти взаимоотношения могут носить характер конкуренции или взаимопомощи. Критерием успешности создания тех или иных многопородных насаждений обычно принято считать их устойчивость и долговечность при оптимальном росте главных пород и выполнении предназначенных функций (М. В. Колесниченко, 1971). Но не всякое устойчивое насаждение может отвечать поставленной цели. Например, можно создать вполне устойчивое насаждение из одних кустарников, но оно не сможет эффективно выполнять ветроломную функцию. Или можно создать в сухих местоположениях полосы из

тополя, которые довольно быстро начнут проявлять необходимое защитное действие, но также быстро утратят устойчивость.

Успешность совместного произрастания различных древесных пород во многом определяется их биологическим соответствием. Важное значение имеет взаимоотношение деревьев и кустарников со степной растительностью. Только насаждения теневой структуры способны хорошо затенять почву, обладают достаточной устойчивостью. В насаждениях, пропускающих много света к поверхности почвы, устойчивость нужно поддерживать искусственно, в противном случае степная растительность, лучше приспособленная к условиям, вытесняет древесную. Наконец, успешность роста культур зависит от соответствия потребности насаждения в пище и влаге условиям среды. С возрастом эта потребность увеличивается, а ресурсы среды далеко не всегда их удовлетворяют. Такое несоответствие вызывает обострение взаимоотношений между деревьями и отпад более слабых экземпляров. Равновесие в какой-то период восстанавливается, но потом может снова нарушиться. Перечисленные положения определяют основные направления лесоводственного ухода за насаждениями, целью которого являются достижение максимального соответствия древесных пород друг другу, обеспечение необходимой площади питания и сохранение защитных свойств лесного полога.

В смешанных насаждениях с возрастом взаимоотношения пород меняются. По мере смыкания крон быстро растущие породы, занимая господствующее положение в насаждениях, угнетают медленно растущие, но не менее светолюбивые породы. Особенно отличаются в этом отношении некоторые виды тополей, имеющие исключительную энергию роста, широкую и плотную крону. Антагонистом многих пород являются вяз приземистый. В степных условиях дифференциация и естественный отпад деревьев наступают позднее. Это является причиной раннего ослабления роста насаждений. В отличие от естественного самоизреживания насаждений в оптимальных лесорастительных условиях, где отпад обусловлен преимущественно интенсивными конкурентными взаимоотношениями, в степных посадках, находящихся в жёстких условиях, отпад деревьев происходит преимущественно вследствие отрицательного действия почвенно-климатических факторов, резко ослабляющих конкуренцию и взаимное биохимическое воздействие.

Для дуба летнего, согласно исследованиям М. В. Колесниченко (1971), активаторами, т. е. породами, стимулирующими его жизненные процессы, являются гледичия, клёны остролистный, полевой, татарский,

липа, орех грецкий, лещина, жимолость, свидина, груша, а ингибиторами, т. е. породами, подавляющими своими фитонцидами жизненные процессы дуба, – берёза, робиния, вязы обыкновенный и приземистый, тополь, ясени обыкновенный и пушистый, осина, сосна, скумпия.

Однако в посадках с небольшой шириной междурядий признанные спутники дуба могут отрицательно влиять на него при несвоевременном освещении.

#### 8.1.18. Уход за ПЗЛП

*Уход за почвой в рядах и междурядьях.* Это одно из важных мероприятий, направленное на уничтожение сорных трав, создание мульчирующего рыхлого слоя, сокращение потерь влаги почвы на физическое испарение и улучшение воздушного и пищевого режимов.

Почву в лесных полосах поддерживают в чистом и рыхлом состоянии. Так как максимальные запасы влаги в почве создаются за счет осенне-зимних осадков, при первом уходе проводят своевременное боронование для закрытия влаги. При появлении всходов сорняков приступают к культивации.

В междурядьях лесных полос механизированную обработку почвы выполняют культиваторами сельскохозяйственного и специального назначения, агрегатируемыми с боронами.

В рядах лесных полос обработку почвы ведут специальными культиваторами. Количество уходов определяют по состоянию и засоренности почвы. Во влажные годы обработок требуется больше. В первые два года в рядах и междурядьях обычно проводят четыре-пять уходов, на третьем году в рядах – два-три, в междурядьях – три-четыре, в последующие годы в рядах – один-два, в междурядьях – два-три. Большую часть уходов проводят в первой половине вегетации (апрель – июнь), когда наблюдается массовое отрастание и активный рост сорняков. Кроме культиваций один раз в два-три года выполняют осеннюю перепашку междурядий на глубину 18-20 см для рыхления уплотнившегося слоя.

Для повышения эффективности борьбы с сорняками в лесных полосах применяют гербициды (табл. 8.6).

Преобладающая часть древесных пород, используемых в защитном лесоразведении, устойчива к действию гербицидов триазинового ряда. Это объясняется способностью химикатов из-за слабой растворимости концентрироваться в верхнем слое почвы, выше основной

Таблица 8.6

## Применение гербицидов в ПЗЛП

Почвы	Деревья и кустарники	Гербициды	Доза, кг/га д.в.	Срок и способ применения	Поражаемые виды сорняков
Лесопригодные, содержание гумуса более 3%	Дуб черешчатый, груша лесная	Симазин + далапон	5+7	С первого года и старше, опрыскивание почвы весной, до распускания древесных почек	Однолетние, широколиственные и злаковые
	Береза повислая, тополь бальзамический, рябина обыкновенная, ясень зеленый, вяз приземистый, обыкновенный, липа мелколистная, клен полевой	Атразин + далапон	4+7	С первого года и старше, сплошное применение	Те же
Ограниченной лесопригодности и нелесопригодные без коренных мелиораций, содержание гумуса 3%	Лиственница сибирская, акация белая, смородина золотая и все перечисленные выше породы	Симазин + далапон	4+7	С первого года и старше, сплошное применение	“-“
	Все виды деревьев и кустарников	Атразин + далапон	3+7	Со второго года и старше, сплошное применение	“-“
	Акация белая	Анкор-85 + глифосат	50 л/га 3 л/га	Со второго года и старше, направленное опрыскивание в период вегетации	Однолетние и многолетние
	Вяз приземистый, дуб черешчатый, груша лесная, ясень зеленый, смородина золотая	Симазин + далапон	2+7	С первого года и старше, опрыскивание почвы рано весной, до распускания древесных почек	Однолетние широколиственные и злаковые
Все виды деревьев и кустарников	Симазин + далапон	3+5	С первого года и старше, сплошное применение	Те же	
		Анкор-85 + глифосат	50 л/га 3 л/га	Со второго года и старше, направленное опрыскивание в период вегетации	Однолетние и многолетние

массы корней и биологией этих древесных пород. Дуб черешчатый, яблоня обыкновенная, груша лесная, скумпия независимо от типов почвы переносят дозу симазина 4-5, сосна обыкновенная, смородина золотая, бирючина 4 кг/га д. в. Береза повислая, вяз приземистый, ясень зеленый, тополь черный, ирга устойчивы к таким дозам только на черноземах и темно-каштановых почвах, содержащих 3-5% гумуса.

Эффективность гербицидов корневого действия зависит от глубины их проникновения, фазы развития сорняков, влажности почвы и режима осадков. Наиболее полно уничтожаются проростки и всходы сорняков во влажной почве. Переросшие сорняки даже при наличии доступной влаги в почве не погибают, хотя и резко замедляют рост.

Чтобы уменьшить зависимость токсичности гербицидов от погодных условий и увеличить срок фитотоксичности, их заделывают в слой почвы 0-6 см, в котором прорастают семена большинства сорняков.

На интенсивность разложения гербицидов большое влияние оказывают микроорганизмы. Первоначально почти все гербициды тормозят жизнедеятельность микроорганизмов, способных их разлагать. Резко активизируется почвенная микрофлора, которая использует продукты распада гербицидов в качестве пищи. Распад гербицидов сопровождается накоплением питательных элементов в почве. Значительно активизировать почвенную микрофлору при внесении гербицидов позволяет одновременное рыхление почвы.

Комплексный способ ухода за почвой при выращивании ЗЛН включает совместную обработку ее гербицидами и тракторными рыхлителями. Гербициды вносят различными тракторными опрыскивателями (ПОУ, ОН-400) и обрабатывают только защитную зону рядов, что составляет 15-20% площади лесной полосы. Это позволяет до минимума сократить расход химикатов и вред окружающей среде, уменьшить количество механических обработок без снижения качества работы.

При высоте сеянцев до 1 м гербициды вносят способом "седлания" рядков. Для этого используют гербициды почвенного действия рано весной до появления всходов сорных трав и распускания почек у древесных растений или осенью после сбрасывания листьев. При таком приеме на штанге опрыскивателя открывают по два распылителя, проходящих над рядками, остальные закрывают заглушками. Для заделки гербицидов после внесения почву рыхлят ротационным культиватором КРЛ-1А со сменными рабочими органами. Опрыскиватель навешивают на лонжероны трактора ЮМЗ или МТЗ (всех модификаций), а культиватор крепят на его заднюю навеску. Зубовые рабочие



органы культиватора равномерно распределяют гербицид по всей обрабатываемой зоне.

При высоте растений более 1 м химическую обработку проводят в период вегетации по отросшим сорнякам препаратами листового действия путем направленного низового опрыскивания. Распылители устанавливают на высоте не более 20-30 см от поверхности почвы. Внесение гербицидов в защитную зону рядов желательно совмещать с культивацией почвы в междурядьях.

Лесоводственный уход за ПЗЛП осуществляют в течение трёх возрастных периодов (Д. К. Бабенко, 1985). В первый период (до полного смыкания крон) рубки ухода (осветления) в лесополосах, созданных стандартными сеянцами и обычной посадкой, имеют целью улучшение условий роста главных пород, ослабление угнетения сопутствующими породами и кустарниками. Это достигается удалением части кустарников и деревьев сопутствующих пород или их ветвей, охлестывающих и затеняющих деревья главной породы; обрезкой нижних ветвей у деревьев в целях повышения ветропроницаемости и создания условий для механизированного ухода за почвой в междурядьях; уничтожением отрастающей поросли арборицидами. Особое внимание уделяют дубу, легко попадающему под полог более быстро растущих деревьев и кустарников. В чистых рядах дуба регулируют густоту деревьев, удаляют хилые, поломанные экземпляры. Одновременно с рубками ухода проводят рыхление почвы междурядий и закраек лесных полос.

Во второй период рубки ухода направлены на придание лесным полосам необходимой конструкции и обеспечение лучших условий для роста главных пород. Прежде всего выбирают сухие, усыхающие и повреждённые деревья и двойчатки сопутствующих пород. При этом не допускают образования окон и прогалин. Для формирования ажурно-продуваемой и продуваемой конструкций полос все кустарники вырубают с последующим уничтожением отрастающей поросли арборицидами или выкорчёвывают, если они расположены отдельными рядами; стволы деревьев главных и сопутствующих пород очищают от ветвей на высоту до 1,5 м в районах с малоснежными зимами и на высоту 1,5-2,0 м в районах со снежными зимами. Низко опущенные ветви крайних рядов удаляют независимо от высоты их прикрепления для обеспечения достаточной величины подкоронового просвета лесополосы. При формировании ажурной конструкции удаляют повреждённые и отстававшие в росте деревья и изреживают полог насаждения, вырубая деревья из всех ярусов, стремясь достичь заданной ажурности полосы

равномерно по всему профилю. Нижний ярус разреживают частичной рубкой кустарников и обрезкой нижних сучьев у деревьев. В результате должна быть достигнута равномерная сверху донизу скважность полосы в виде мелких просветов, занимающих 15-35%. Рубки ухода повторяют через 3-5 лет. Сомкнутость насаждений после очередного приёма рубок ухода не должна быть ниже 0,7-0,8. Для борьбы с сорняками, которые проникают в полосы и ухудшают рост насаждений, а также с корневыми отпрысками закрайки лесных полос распахивают на глубину 20-25 см, а затем культивируют.

В третий период лесоводственный уход должен обеспечить сохранение необходимой конструкции и поддержание жизнеспособности и долговечности насаждений. При этих рубках убирают усыхающие, повреждённые, угнетённые экземпляры сопутствующих и главных пород, удаляют ненужную поросль. Если зимой образуются большие сугробы снега в полосе и у опушек, увеличивают высоту очистки деревьев от сучьев (главным образом в крайних рядах лесополосы). В продуваемых и ажурно-продуваемых полосах стволы очищают от сучьев на высоту 1,5-2,0 м, если эта работа не была выполнена раньше; отрастающие кустарники снова удаляют. С каждой стороны полосы закрайки ежегодно распахивают, по мере надобности рыхлят и междурядья, где обеспечена проходимость тракторного агрегата. В каштановой зоне рыхление междурядий проводят постоянно.

Частота последующих рубок ухода зависит от лесорастительных условий, породного состава, размещения деревьев и других факторов; в среднем их проводят один раз в 5-7 лет. Особое внимание уделяется санитарному состоянию старовозрастных насаждений в целях предотвращения размножения в них вредителей и болезней. При рубках ухода, насколько это возможно, сохраняют и воспитывают подрост главных и сопутствующих пород, создавая ему лучшие условия освещённости и питания.

В ветроломных полосах, созданных крупномерными или обычными саженцами редкой посадкой, ведется интенсивный уход за почвой и индивидуальный за каждым деревом. После смыкания насаждений приступают к лесоводственным уходам. В сухостепной зоне уход за редкоствольными посадками всю жизнь остается индивидуальным (штамбовым). В полосах, созданных крупными саженцами, применяется кронированный посадочный материал. Ещё в школьном отделении питомников у него обрезают нижние сучья до высоты 1,0-1,5 м. После высадки такие саженцы сразу образуют насаждения продувае-

мой конструкции, исключаящие заносы их снегом или мелкозёмом. Если для посадки используется материал, взятый из лесокультур или выращенный в школах без такого ухода, то перед его выкопкой проводят обрезку нижних ветвей, а остающиеся ветви кроны укорачивают на четвертую или третью часть их длины.

Уход за деревьями в полосах, созданных крупными саженцами, в дальнейшем заключается главным образом в удалении прикорневой поросли или побегов на нижней части стволов у вяза мелколистного, акации белой, тополя, берёзы, гледичии, липы, клёна остролистного и некоторых других пород. Незадолго до смыкания и в процессе его 1-2 раза проводят дополнительную очистку штамбов, при необходимости поднимая крону до 1,5-2,0 м, если она была более низкой при посадке.

ПЗЛП из редко посаженных саженцев сравнительно долго или почти постоянно сохраняют ветропроницаемость. Такие насаждения создаются преимущественно чистыми, поэтому уход за ними после смыкания состоит в удалении отмирающих, отстающих в росте деревьев, борьбе с вредителями и болезнями, подавлении травянистой растительности с помощью агротехнических или химических средств. Если полоса заложена саженцами разных пород, то лесоводственный уход начинается значительно позже, чем в обычных посадках. Проводят его так же, как и в других насаждениях, обеспечивая оптимальный рост главной породы. При использовании в редкоствольных полосах ореха грецкого, черешни, груши, шелковицы, помимо обеспечения продуваемости полос и их высокого санитарного состояния, садовыми приемами формируют их кроны.

В малорядных полосах вырубка деревьев должна быть максимально равномерной, чтобы избежать разрывов защитного фронта насаждения. В них часто наблюдаются очаговое, куртинное повреждение деревьев вредителями и болезнями, их ослабление, суховершинность и отпад. Поэтому часто возникает необходимость применения лесокультурных и иных лесоводственных мероприятий, способных в относительно короткий срок ликвидировать образовавшиеся разрывы в полосе. В этом отношении предпочтительна посадка крупных саженцев при обязательном уходе за почвой.

Для лесных полос очень важное значение имеет поддержание оптимальной густоты насаждений. ВНИАЛМИ и другими НИИ разработаны ориентировочные придержки по оптимальной густоте ПЗЛП, которыми следует руководствоваться при проведении лесоводственного ухода (табл. 8.7).

Таблица 8.7

**Ориентировочная густота насаждений после проведения рубок**

Почвы	Юго-Восток ЕЧ РФ			Северный Кавказ	
	Число деревьев по периодам роста*, тыс шт/га				
	первый	второй	начало третьего	первый	второй
Обыкновенные и мощные чернозёмы	2,5-4,0	2,0-3,0	1,5-2,0	-	-
Предкавказские чернозёмы	-	-	-	4,8-5,0	3,0-3,5
Южные чернозёмы	1,5-2,5	1,5-2,0	1,0-1,5	3,6-4,0	2,0-2,5
Темно-каштановые почвы	1,5-2,5	1,5-2,0	1,0-1,5	2,5-3,0	1,6-1,8

Примерная густота ПЗЛП в Западной Сибири и Северном Казахстане приведена в табл. 8.8.

Таблица 8.8

**Ориентировочная густота ПЗЛП в Западной Сибири и Северном Казахстане после проведения рубок ухода**

Почвы	Кол-во стволов на 1 га по периодам роста					
	тополь сибирский			берёза бородавчатая		
	первый	второй	начало третьего	первый	второй	начало третьего
Серые лесные почвы и выщелоченные чернозёмы	3,5-4,0	3,5-3,0	2,0-2,5	3,3-3,8	2,8-3,0	1,8-2,2
Обыкновенные и южные чернозёмы	2,4-2,8	1,8-2,0	1,5-1,7	3,0-3,5	2,5-2,8	1,5-2,0

В Каменностепных лесных полосах и других старовозрастных защитных насаждениях Воронежской обл., Мариупольской ЛОС Донецкой обл. к возрасту 70-80 лет в дубовых посадках сохраняется 500-700, ясневых 600-800, берёзовых 350-500 стволов на 1 га. Сильное запоздалое изреживание лесных полос может вызвать их ослабление, или гибель.

Технология рубок ухода в лесных полосах включает работы по вырубке деревьев и кустарников, выноске или трелёвке их из полосы, раскряжёвке хлыстов на сортаменты, складировании полученных лесоматериалов. Примерный перечень основных технологических операций может быть представлен следующим образом.

В насаждениях древесно-кустарникового типа при выращивании полос продуваемой конструкции в первый возрастной период проводятся вырубка части деревьев и кустарников; в полосах с быстрорастущими породами обрезка нижних сучьев у всех деревьев; вывозка,

сбор в кучи и сжигание порубочных остатков (хвороста, хмыза). Во второй период вырубка части деревьев и всех кустарников; обрубка сучьев у поваленных деревьев; раскряжёвка хлыстов на сортаменты; трелёвка и складирование лесоматериалов в штабеля и дров в поленницы; обрезка нижних ветвей у остающихся деревьев; вывозка хвороста и других порубочных остатков из полосы, сбор их в кучи и сжигание; выпаживание пней срезанных рядов кустарника, выборка и выноска их из полосы, сжигание. В третий возрастной период вырубка части деревьев и всех кустарников; обрубка сучьев у поваленных деревьев; трелёвка хлыстов из насаждения; раскряжёвка хлыстов на сортаменты; обрезка нижних ветвей у деревьев (если она не проводилась ранее); сортировка и штабелёвка лесоматериалов с подкаткой; подноска и укладка дров в поленницы; очистка мест рубок от лесосечных остатков, сбор их в кучи и сжигание; выпаживание рядов кустарника после его срезки, выборка и вывозка пней из полосы и их сжигание.

В насаждениях древесно-кустарникового типа при выращивании полос ажурной конструкции в первый возрастной период проводятся вырубка части деревьев и кустарников; в полосах с быстрорастущими породами обрезка нижних сучьев у части деревьев; вывозка, сбор в кучи и сжигание порубочных остатков (хвороста, хмыза). Во второй период вырубка части деревьев; обрубка сучьев у поваленных деревьев; раскряжёвка хлыстов на сортаменты; трелёвка и складирование лесоматериалов в штабеля и дров в поленницы; обрезка нижних ветвей у части остающихся деревьев; вырубка кустарников во всех внутренних рядах и изреживание кустарника на 50 % в опушечных рядах полосы; вывозка хвороста и других порубочных остатков из полосы, сбор их в кучи и сжигание. В третий период вырубка части деревьев; обрубка сучьев у поваленных деревьев; трелёвка хлыстов из насаждения; раскряжёвка хлыстов на сортаменты; сортировка и складирование лесоматериалов в штабеля с подкаткой; подноска и укладка дров в поленницы; обрезка нижних ветвей у части деревьев, если она не проводилась ранее; вырубка кустарников во всех внутренних рядах и изреживание кустарника на 50 % в опушечных рядах; очистка мест рубок от лесосечных остатков, сбор их в кучи и сжигание.

#### 8.1.19. Вредители и болезни ЗЛН и меры борьбы с ними

Наиболее эффективное мелиоративное воздействие на прилегающую территорию, в том числе на продуктивность прилегающих аг-

роценозов, оказывают здоровые лесные полосы. Однако фитосанитарное состояние насаждений часто бывает неудовлетворительное. Среда обитания в многолетних насаждениях создает благоприятные условия для постоянного размножения и накопления вредителей и фитопатогенов, повреждающих различные органы деревьев: корневую систему, ветви, побеги, бутоны, листья, плоды. Поэтому необходимо проведение специальных мероприятий по оптимизации санитарного состояния лесных полос. При составлении перспективного плана за основу берут состав вредных насекомых и патогенов с учетом его динамики с увеличением возраста древостоев.

На первом этапе (до смыкания крон в ряду) наибольший ущерб причиняют степные многоядные вредители – проволочники, ложно-проволочники, подгрызающие совки и др. Из болезней – мучнистая роса, ржавчина, пятнистости, фузариозы, альтернариозы и другие вредные организмы.

На втором этапе (5-10 лет) происходит заселение культур типичными представителями лесных биоценозов хвое- и листогрызущими вредителями (листовертки, шелкопряды, волнянки, пяденицы, совки, листоеды, пилильщики) и нарастание их численности, поражение микозами, некрозами, мучнистой росой, пятнистостями и другими инфекционными болезнями.

К началу третьего этапа (10-15 лет) возникает угроза массового размножения специализированных филлофагов. Ветви, стволы начинают повреждать различные виды короедов, златок, усачей, древоточцев и стеклянниц. В насаждениях распространяются микозы, бактериозы, некрозы, деревья начинают поражаться сосудистыми микозами.

Четвертый этап (старше 15 лет) характеризуется наличием действующих очагов хвое- и листогрызущих вредителей, поражением сосудистыми микозами и бактериозами, некрозно-раковыми заболеваниями, а также гнилью корней и стволов.

Борьба с вредителями и болезнями в лесных полосах вследствие огромного количества вредных видов и разнообразия их по образу жизни, характеру питания, срокам появления сопряжена со значительными трудностями. Успешная организация их защиты возможна при наличии полной информации о видовом составе массовых вредителей и возбудителей опасных инфекционных заболеваний в конкретных условиях, их жизненном цикле и эффективных средствах борьбы с ними.

#### 8.1.19.1. Вредители древесных и кустарниковых пород

*Вредители питомников и молодых культур.* Фауна насекомых, повреждающих древесные породы в питомниках и молодых (2-5-летних) ЗЛН, весьма богата по составу и неоднородна в экологическом отношении. Она включает вредителей подземных и надземных органов растений.

У первой группы насекомых личинки живут в почве и повреждают высеянные семена, корневые системы всходов и саженцев. Среди них наиболее распространены жесткокрылые – полифаги, численность которых зависит от наличия сорняков. На распространение и формирование очагов корневых вредителей влияют также гранулометрический агрегатный состав, влажность почвы и содержание в ней солей. Особенно разнообразна фауна этих вредителей в легких гумусированных почвах.

Надземные органы растений в питомниках и в молодых культурах могут повреждаться многоядными насекомыми, развивающимися на сорной растительности, и специализированными вредителями. Большинство из них не имеют хозяйственного значения, но отдельные виды при вспышках массового размножения причиняют существенный ущерб, что обуславливает необходимость защитных мероприятий.

Важнейшими корневыми вредителями являются личинки пластинчатоусых жуков, чернотелок и щелкунов, которые в сомкнутых насаждениях практически не встречаются. Развитие их яиц, личинок и куколок ризофагов, отрождение жуков происходит в почве. Но для питания и спаривания жуки выходят на поверхность. Серьезный ущерб защитному лесоразведению, особенно на площадях с песчаными и супесчаными почвами, могут причинять восточный майский хрущ (*Melolontha hippocastani* F.); июльский, мраморный, или пестрый, хрущ (*Polyphylla fullo* L.); белый хрущ (*Polyphylla alba* Pall.); малый посевной щелкун (*Agriotes sputator* L.); широкий щелкун (*Selatosomus latus* Fabr.); песчаный медляк (*Opatrum sabulosum* L.); степной медляк (*Blaps halophila* Fish.).

Борьба с почвообитающими вредителями осуществляется путем использования комплекса профилактических лесохозяйственных мер. В его основе лежит надзор за вредителями. Регулируют численность вредителей проведением специальных мероприятий – вспашки, культивации, созданием густых и смешанных культур из быстрорастущих пород, использованием здоровых семян и сеянцев, своевременными

уходами за посевами и посадками, повышающими устойчивость их к повреждению и сдерживающими размножение вредителей. Необходимо использовать природные энтомофаги. Для привлечения птиц развешивают искусственные гнездовья, оставляют на корню дуплистые деревья, служащие им убежищами.

*Вредители надземной части молодых насаждений.* Представлены насекомыми разных эколого-хозяйственных групп – вредителями почек и побегов, стволиков, ассимиляционного аппарата. К числу широко распространенных и наиболее вредных фитофагов относятся почковый побеговьюн, или побеговьюн срединной почки (*Evetria turionana* Hb.); зимующий побеговьюн (*Evetria buoliana* Schiff.); летний побеговьюн (*Evetria duplana* Hb.); луговой мотылек (*Loxotege sticticalis* L.); юго-восточный кистехвост (*Orgyia dubia* Tausch.); сосновый подкорный клоп (*Aradus cinnamomeus* Panz.); акациевая ложнощитовка (*Parthenolecanium corni* Bouche).

Для предотвращения формирования очагов вредителей создают густые смешанные культуры с опушечными рядами из энтомофильных пород. Численность побеговьюнов ограничивают путем отлова бабочек на феромонных ловушках, соснового подкорного клопа – путем кольцевания стволов деревьев (до ухода клопов на зимовку или перед выходом их на питание). При массовом размножении вредителей насаждения опрыскивают системными инсектицидами. Для подавления очагов ложнощитовок используют препараты контактного действия, лугового мотылька и юго-восточного кистехвоста – микробиологические препараты.

Во взрослых насаждениях большую опасность представляют насекомые, повреждающие ассимиляционные органы (хвою, листья, зеленые побеги). Основная их масса в активной фазе развития ведет открытый образ жизни. Среди хвоелистогрызущих вредителей выделяют периодически размножающиеся в массовом количестве виды, которые объединяют в группу первичных вредителей. В ее состав входят чешуекрылые, пилильщики, пилильщики-ткачи. Другие насекомые отличаются значительно менее выраженными изменениями численности. Группа массовых вредителей хвойных пород включает следующие виды: сосновый шелкопряд (*Dendrolimus pini* L.), сосновая совка (*Panolis flammea* Schiff.), обыкновенный сосновый пилильщик (*Diprion pini* L.), рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoffr.), красноголовый (общественный) пилильщик-ткач (*Lyda erythrocephalla* L.), листовая чехликовая моль (*Coleophora laricella* Hb.). Эти насекомые, как



правило, предпочитают одну породу и плохо развиваются на других. Так, листовенная чехликовая моль питается лишь на листовеннице. Сосновая совка и обыкновенный сосновый пилильщик сильно повреждают сосну обыкновенную, тогда как сосны крымская и веймутова от них почти не страдают.

К первичным вредителям листовенных пород относятся непарный шелкопряд (*Operia dispar* L.), златогузка (*Euproctis chrysorrhoea* L.), кольчатый шелкопряд (*Malacosoma neustria* L.), зимняя пяденица (*Operophthera brumata* L.), пяденица-шелкопряд бурополосая (*Lucia hirtaria* Cl.), дубовая зеленая листовертка (*Tortrix viridana* L.), боярышниковая листовертка (*Cacoecia crataegana* Hb.), саксауловая огневка (*Anoristia atrisparsella* Rag.), тамариковая огневка (*Lepidogma tamaricalis* Mn.), ильмовый листоед (*Galerucella luteola* Müll.), тамариковый листоед (*Diorhabda elongata* Brl.).

Среди листогрызущих вредителей преобладают полифаги. Однако выживаемость, плодовитость и сроки развития их изменяются при питании на разных древесных породах. Количество монофагов в данной группе ограничено (зеленая дубовая листовертка, тамариковая и саксауловая огневки, ильмовый листоед и др.)

Возникающие очаги (участки) массового размножения вредителей, на которых ожидается уничтожение 16-25% и более хвои и листвы, своевременно выявляют проведением лесопатологического мониторинга. Краткосрочный прогноз развития ситуаций составляется с учетом данных табл. 8.9.

При массовом размножении проводится опрыскивание насаждений рекомендованными биологическими (бактериальными, вирусными) препаратами в период развития молодых гусениц. Для подавления очагов обыкновенного соснового пилильщика, красноголового пилильщика-ткача, листовенничной чехлоноски используют химические инсектициды с низкими нормами расхода. Энтомоустойчивость насаждений повышают ежегодно обильно цветущие породы, сильно кустящиеся и колючие кустарники, привлечение и охрана энтомофагов и насекомоядных птиц, искусственное расселение муравьев.

*Стволовые вредители.* Это большая экологическая группа насекомых, личинки и куколки которых развиваются в коре, лубе, камбии и древесине. Стволовые вредители обычно заселяют ослабленные деревья, но некоторые виды при массовом размножении поселяются на здоровых деревьях и зачастую вызывают их гибель. Наиболее вредоносными насекомыми являются шестизубый короед, или стенограф (*Ips sexdentatus* Во-

**Плотность гусениц первого возраста на 100 г хвои или листвы,  
соответствующая различным степеням обьедаения**

Виды хвоелистогрызущих	Плотность при проценте обьедаения									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Сосновый шелкопряд*	0,4	0,8	1,2	1,6	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,2
Сосновая совка	2,8	5,6	8,4	11,2	14,0	16,1	19,6	22,5	25,3	28,1
Обыкновенный сосновый пильщик	16,9	33,8	50,7	67,6	84,4	101,3	118,2	135,1	152,0	168,9
Рыжий сосновый пильщик	12,5	25,1	37,6	50,1	62,6	75,2	87,7	100,2	112,8	125,3
Красноголовый ткач-пильщик	9,1	18,3	27,4	36,5	45,6	54,8	63,9	73,0	82,2	91,3
Непарный шелкопряд	2,0	3,9	5,9	7,8	9,8	11,8	13,8	15,8	17,7	19,7
Златогузка	4,4	8,8	13,2	17,6	22,0	26,4	30,7	35,1	39,5	43,9
Кольчатый шелкопряд	2,8	5,7	8,5	11,3	14,2	17,0	19,8	22,7	25,5	28,3
Зеленая дубовая листовертка	22,8	45,7	68,6	91,4	114,3	137,2	160,0	182,9	205,9	228,6
Зимняя пяденица	23,3	46,6	69,9	93,2	116,5	163,1	186,6	209,6	323,9	256,2
Листовертка боярышниковая	27,1	54,2	81,3	108,4	135,3	162,6	189,7	216,9	244,0	271,0

\* Прогноз дан по количеству зимующих гусениц 2-3 возрастов.

ern.), вершинный короед (*Ips acuminatus* Gyll.), черный сосновый усач (*Monochamus galloprovincialis* Oliv.), заболонник Кирша (*Scolytus kirshi* Scal.), древесница въедливая (*Zeuzera purina* L.), большая тополевая стеклянница (*Aegeria ariformis* Cl.).

*Меры борьбы.* Создание многопородных насаждений по древесно-кустарниковому типу с использованием устойчивых к вредителям видов и форм, систематическая выборка свежезаселенных, сухих и усыхающих деревьев. При угрозе усыхания 30-40% деревьев назначают сплошные санитарные рубки. Против наиболее опасных стволовых вредителей используют феромоны. При отсутствии таковых осуществляют выкладку ловчих деревьев, в качестве которых используют больные и ослабленные деревья, ветровал. Поскольку стволовые вредители отличаются длительным периодом лёта, в борьбе с ними используют инсектициды, продолжительное время сохраняющие токсичность (циткор к.э., алметрин к.э. и др.)

*Вредители плодов и семян.* Представлены отрядами чешуекрылые, жесткокрылые, перепончатокрылые, двукрылые, а также равнокрылые, личинки которых наносят существенный вред. К числу широко распространенных и опасных насекомых относятся желудевая плодожорка (*Laspeyresia splendana* Hb.), желудевый долгоносик (*Curculio glandium* Marsch.), шишковая смолевка (*Pissodes validirostris* Gyll.), большая саксауловая огневка (*Gen et sp. n.*).

Борьбу с вредителями проводят только на лесосеменных участках с учетом данных прогноза урожая и ожидаемого ущерба. В очагах их массового размножения в период лёта имаго и откладки яиц насаждения опрыскивают с применением препаратов системного действия (Би-58), синтетических пиретроидов (амбуш и др.) и средств гормоноподобного действия (димилин). В профилактических целях, а также для привлечения энтомофагов и насекомоядных птиц в насаждения вводят кустарники, на опушках высевают обильно цветущие многолетние травы.

#### 8.1.19.2. Болезни древесных и кустарниковых пород

*Болезни плодов, семян и сеянцев в питомниках.* Вызываются чаще всего грибами в период их созревания, хранения и выращивания. Широко распространены и вредоносны деформация плодов (возбудители – грибы из рода *Taphrina*), мумификация желудей (гриб *Stromatinia pseudotuberosa* Rehm.), гниль желудей (грибы родов *Cytospora*, *Ophiostoma*), плесневение семян (грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*,

Alternaria, Fusarium, Botritis и др.)

Существенный ущерб причиняют широко распространенные в питомниках инфекционные болезни. Наиболее опасным и вредоносным заболеванием является полегание всходов и сеянцев, вызываемое в большинстве случаев грибами из рода Fusarium, Alternaria, реже Botritis, Verticillium, а также грибом Pitium debaryanum. Кроме того, в питомниках часто встречаются обыкновенное (Lophodermium sepiosum M., L. pinustri Chev.), снежное (Phacidium inqestans Karst.) шютте сосны, сосновый вертун (Melampsora pinitorqua A. Braun.), мучнистая роса дуба (Microsphaera silvaticae или M. alphitoiles Cripponer. Maubl.), мучнистая роса джужгуна (возбудитель – гриб Laveilula saxoouli Soror.).

Для предотвращения болезней плодов и семян при закладке питомников следует избегать пониженные участки с тяжелыми почвами и вышедшие из-под сельскохозяйственного пользования земли, а также регулярно проводить агротехнические мероприятия и комплекс предпосевных приемов (стратификация семян, обработка их фунгицидами, дезинфекция почвы, опрыскивание сеянцев бордосской жидкостью, смесью серы с известью или системными фунгицидами).

*Болезни насаждений.* Наиболее распространены и опасны сосудистые и некрозно-раковые заболевания, поражающие стволы и ветви деревьев и кустарников. Они вызываются грибами разных классов и бактериями. Возбудители заболеваний отличаются патогенностью и способами заражения.

Сосудистые болезни – голландская болезнь ильмовых пород, графтиоз (Ophistoma ulmi Nannf., = Ceratocystis ulmi C. Moreau), сосудистый микоз дуба (грибы рода Ceratocystis), вертициллезное усыхание, вилт (Verticillium dahliae Kleb.) – поражают проводящую систему деревьев. При этом вся крона или отдельные ветви усыхают, листья желтеют или буреют, иногда остаются зелеными. Для этих заболеваний характерно очаговое поражение. При благоприятных условиях они могут принимать характер эпифитотий.

При некрозных болезнях поражаются кора, луб, камбий и наружные слои древесины. Вызывают некрозы преимущественно грибы (рода Cenangium, Nectria, Nummularia, Cytospora). Они заражают не только ослабленные, но и жизнеспособные растения. Наиболее опасны среди них ценангиевый некроз сосны (ценангиоз), нектриевый некроз (нектриоз лиственных пород), колпомовый (клитрисовый) некроз дуба, черный немоспоровый (диатриповый) некроз дуба, неммуляриевый некроз дуба, виллеминиевый некроз дуба, бурый цитоспоровый некроз тополя,

черный цитоспоровый некроз тополя, дотихициевый (дискоспориевый) некроз тополя, гистерографиевый некроз ясеня.

Раковые болезни, поражающие кору, луб, камбий, древесину, проявляются в образовании на стволах и ветвях язв, ступенчатых ран или опухолей. Болезни чаще вызываются грибами (р. *Cronartium*, *Lachnellula*, *Biatorella* и др.), бактериями, реже – абиотическими факторами. К числу наиболее распространенных и вредоносных заболеваний относятся смоляной рак (серянка) сосны, ржавчинный рак (пузырчатая ржавчина) сосны, ржавчинный рак пихты, ступенчатый рак лиственницы, биаторелловый рак сосны, язвенный, бугорчатый рак сосны, ступенчатый рак лиственных пород, эндоксилиновый рак осины и тополя, инфекционные усыхания липы и вяза (стигминоз, тиростромоз, стеганоспороз), мокрый язвенно-сосудистый рак тополя (бурое слизетечение), поперечный надломовидный рак дуба, бактериальный рак ясеня. Борьба с ними включает профилактические и истребительные меры (рис. 8.4). Ведущая роль в ней принадлежит лесохозяйственным мероприятиям (рубки ухода, санитарные рубки, использование устойчивых форм, создание лесосеменных плантаций и др.). Большое значение имеет дезинфекция срезов ветвей, механических и морозобойных ран 3-5%-ным раствором медного купороса, системными фунгицидами (фундазол, бенамил, топсин-М).

Гнилевые болезни вызывают дереворазрушающие грибы, различающиеся биологическими особенностями, степенью паразитизма, специализацией, характером воздействия на древесину и дерево в целом. Заражение деревьев в большинстве случаев происходит через повреждения коры и корней. Распространению и интенсивному развитию гнилевых инфекций способствуют нарушение биоценологических связей, засухи, неправильное ведение хозяйства, повышенные рекреационные нагрузки и т. д. Среди корневых гнилей распространены и наиболее вредоносны корневая губка (*Heterobasidion annosa* (Fr.) Breg. (*Fomitopsis annosa* Kark), опенок осенний (*Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Karst.). Наряду с ними в насаждениях встречаются трутовик Швейница, ризина волнистая, плоский трутовик, поражающие как хвойные, так и лиственные породы.

Меры борьбы – проведение санитарных рубок; выкорчевывание или антисептирование инфицированных пней фунгицидами (фундазол, беномил, топсин-М); обработка пней биопрепаратами или суспензиями грибов-антагонистов (пенифоры гигантской, окаймленного трутовика, вешенки обыкновенной).

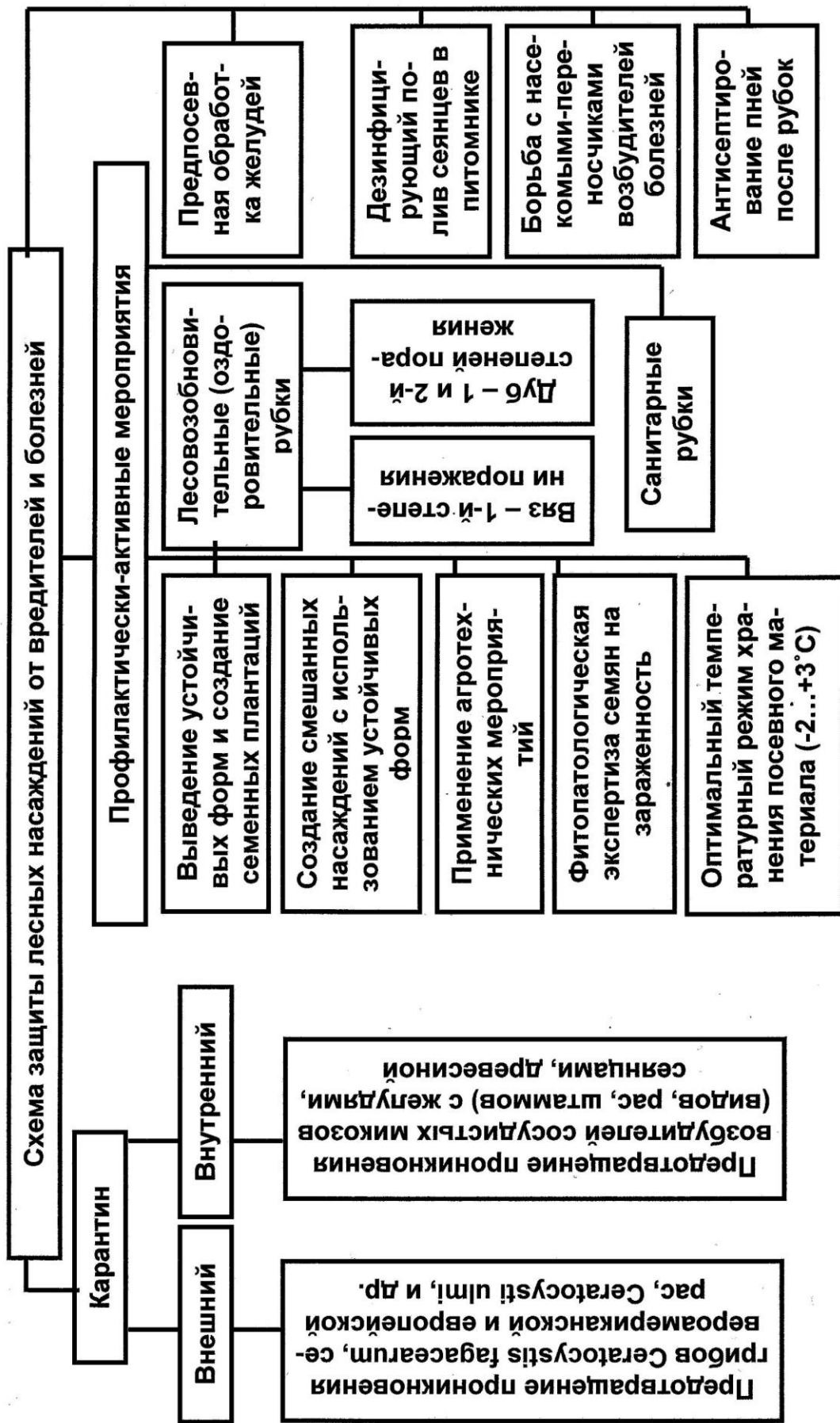


Рис. 8.4. Система мероприятий защиты дуба и вяза от сосудистых микозов

Возбудители стволовых гнилей – трутовые грибы (р. Ganoderma, Stereum, Fomes и др.) – поражают в первую очередь ослабленные и усыхающие деревья, даже сухостой. Различают стволовые гнили лиственных (настоящий и ложный дубовый трутовик, дубовая губка, серно-желтый трутовик, ложный осиновый трутовик, настоящий березовый трутовик, кленовый трутовик, чага, (березовая губка) и хвойных пород (сосновая, еловая, лиственничная губка; комлевый трутовик; чешуйчатка жирная; окаймленный трутовик Гартинга).

Меры борьбы – своевременное проведение рубок ухода; выборочных санитарных с удалением сухостоя, бурелома, усыхающих и зараженных деревьев; в сильно изреженных насаждениях – сплошных санитарных рубок со своевременным удалением плодовых тел грибов с заготовленной древесины во избежание перезаражений; подбор и размещение пород – схема их смешения должна выбираться с учетом лесорастительного района и реальной угрозы тех или иных заболеваний.

#### 8.1.20. Естественная и возобновительная спелость насаждений

Лесовозобновительные рубки в расчёте на получение надёжного порослевого поколения проводят в полноценных по составу и густоте древостоях в возрасте лесовозобновительной спелости.

Многочисленные исследования показали, что все лиственные древесные и кустарниковые породы, произрастающие на территории РФ, с первых дней жизни обладают способностью давать поросль. Верхний предел побегопроизводительной способности зависит от условий произрастания, биологических особенностей породы и для многих пород окончательно не установлен. В зоне каштановых и бурых почв лесные полосы обладают неплохой возобновительной способностью на протяжении всей сравнительно короткой жизни. Древесные породы различают по способу возобновления, обилию и расположению поросли на пнях. Дуб, клёны, ясени и многие другие деревья способны вегетативно возобновляться практически только пневой порослью; робиния, гледичия, берест, вяз приземистый, тополь чёрный, липа мелколистная, шелковица белая и некоторые другие – пневой порослью и корневыми отпрысками; осина – только корневыми отпрысками. На однолетних вырубках обильную поросль дают ильмовые, клёны, ясени, липа; среднюю – дуб, берёза, робиния. Дуб и берёза дают поросль преимущественно из шейки корня, ясень обыкновенный, клёны, ильмовые, робиния – из шейки и выше неё, поэтому высота оставляемых пней существенно влияет на число появившихся порослевин.

Многолетние наблюдения в лесных полосах из клёна остролистного, ясеня ланцетного, берёзы повислой в Поволжской АГЛЮС показали, что пневая поросль указанных пород в первые годы сильно страдает от снеголома и других физических воздействий, особенно если она размещена на срезках и боковой поверхности пней. Только за счёт высокой побегопроизводительной способности клён и ясень, хотя и медленно, но наращивают высоту насаждений порослевого поколения. На 7-летней сплошной вырубке средняя высота поросли ясеня ланцетного составляла 40% от средней высоты старого древостоя, а на 10-летней сплошной вырубке клёна остролистного 60%. Таким образом, при сплошной лесосечной системе рубок продольными лесосеками примыкание очередной вырубки можно планировать примерно через 10-12 лет после первой. Оставление на вырубках низких пней (на уровне поверхности почвы) снижает повреждаемость поросли от физических воздействий и ускоряет ее рост в высоту. Установлено преимущество северных и западных экспозиций рубок над южными и восточными по росту поросли клёна и ясеня. На вырубках рост поросли несколько улучшается по мере удаления от невырубленного древостоя, однако не может служить причиной пересмотра сроков очередной вырубки.

Наиболее существенное влияние на рост и состояние поросли оказывает толщина пней. С увеличением их диаметра увеличиваются среднее количество и размеры поросли.

В первые годы после проведения лесовозобновительных рубок пневая поросль делает лесные полосы непродуваемыми в нижней части. Это вынуждает прибегать к ее изреживанию в 4-6-летнем возрасте с оставлением на пнях по два-четыре лучших побега. Возобновительные рубки в лесных полосах из берёзы повислой в связи с ранней потерей ею побегопроизводительной способности (30-35 лет) бесперспективны. Восстанавливают берёзовые полосы посадкой новых культур на раскорчёванной площади.

Особенно важны лесовозобновительные рубки в сухой степи и полупустыне, где небольшая продолжительность жизни семенных древостоев существенно увеличивается за счёт порослевого поколения и повышается экономическая эффективность защитного лесоразведения.

#### 8.1.21. Реконструкция ПЗЛП

Реконструкция насаждений – это коренное изменение их формы и породного состава (ширины, числа рядов, структуры, конструкции).



Реконструкция насаждений включает главную рубку, раскорчёвку отдельных рядов или участков насаждений, рубки ухода в остающихся рядах или участках, возобновление агротехнического ухода за почвой, создание новых лесокультур и уход за ними.

Одним из наиболее распространённых видов реконструкции лесополос является изменение их ширины и увеличение размеров междурядий путем удаления рядов и выкорчёвки пней. В широких междурядьях возобновляют уходы за почвой. В зависимости от состояния, ценности насаждения и цели работ удаляют крайние ряды деревьев с одной или обеих сторон, а почву выравнивают и перепахивают.

Сильно изреженные, поврежденные скотом ветроломные полосы целесообразно раскорчевать и посадить новые. Стокорегулирующие полосы (если можно) трансформируют в 1-2 рядные кустарниковые кулисы.

В перегущенных многорядных полосах без кустарников удаляют отдельные ряды внутри и по краям полосы. Редкостойные посадки деревьев на задернелой почве могут быть исправлены возобновлением агротехнического ухода с предварительным расширением междурядий за счёт удаления части наиболее редких рядов деревьев и последующей посадкой крупномерных саженцев. Густые или редкие опушки из абрикоса, лоха и других плодовых пород в ветроломных полосах вырубает и раскорчёвывают.

При реконструкции гнездовых лесополос из дуба следует удалять крайние ряды гнёзд с отставшими в росте и повреждёнными деревьями (И. Н. Сазонов, 1973).

Если после раскорчёвки в почве остаётся много толстых горизонтальных корней, их разрезают на мелкие отрезки с последующим вычёсыванием. При куртинном отпаде деревьев или сильной неравномерной изреженности насаждений в возрасте до 4-5 лет с участками длиной более 50 м раскорчёвку проводят только в этих местах и сажают новые культуры. Работы значительно облегчаются, если такой отпад замечен своевременно. В посадках старше 10-лет работы ограничиваются удалением нескольких рядов, главным образом кустарников, рубками ухода и лесозащитными мероприятиями (опрыскиванием, опыливанием и др.).

Реконструкция ПЗЛП, особенно в зоне сухой степи и полупустыни, сопровождается распашкой междурядий и возобновлением регулярного агротехнического ухода. Лесоводственный уход в оставшихся рядах лучше проводить спустя 3-4 года, когда их общее состояние улучшится.

После реконструкции в полосах проводят культивацию почвы,

ежегодное глубокое рыхление междурядий и закраек, подавление нежелательной поросли арборицидами. Для примера, при реконструкции белоакациевых насаждений в Ростовской обл. оставляют 1-2 ряда деревьев с одной стороны полосы. На остальной площади проводят раскорчёвку пней и посадку новых культур. В Казахстане при реконструкции лесных полос число рядов уменьшают за счёт удаления кустарников и малоценных сопутствующих пород с проведением рубок ухода в оставшихся рядах деревьев: обрезкой нижних ветвей, удалением сухих, больных, повреждённых экземпляров. Сильно расстроены и изреженные полосы целиком вырубают и раскорчёвывают. Предварительно с их заветренных сторон сажают новые полосы и только после того, как они окрепнут, приступают к корчёвке пней. Так же поступают и с полосами, в которых остались одни кустарники.

Технологические операции при реконструкции лесных полос обычно включают посадку кустарников на пень, выноску и укладку срезанного хвороста в кучи и его сжигание; выпаживание плантажным плугом рядов кустарника после их срезки; вычёсывание корней кустарника из почвы; вспашку расширенных междурядий на глубину 22-25 см; культивацию междурядий в течение 5 лет; ежегодную осеннюю перепахку междурядий и закраек.

Реконструкция полос с междурядьями 1,5 м при схеме смещения Шлк-Д-Д-Д-Д-Д-Д- Шлк включает вырубку 3 рядов дуба (через ряд) и 2 крайних рядов шелковицы кусторезом; удаление срезанного хвороста и сжигание его; выпаживание корней срезанных рядов дуба и шелковицы; вычёсывание корней из почвы; выравнивание поверхности раскорчёвки; вспашку расширенных междурядий и закраек на глубину 22-25 см; культивацию междурядий в течение 5 лет; ежегодную осеннюю перепахку междурядий и закраек.

Раскорчёвка крайних рядов в лесополосе состоит из корчёвки деревьев корчевателем-собирателем с отгаскиванием их от прикорневых ям; засыпки ям грунтом; корчёвки кустарника, перемещения, укладки в кучи и сжигания; трелёвки деревьев; обрубки сучьев и раскряжёвки хлыстов на сортименты; очистки площади от лесосечных отходов; вычёсывания корней; первичной вспашки участка.

#### 8.1.22. Садозащитные лесные полосы (СЗЛП)

Садозащитные лесные полосы – это лесные насаждения в виде лент вокруг и внутри садов, виноградников, плантаций чая, цитрусовых

и других культур, плодовых и лесных питомников и т. д., создаваемые для улучшения микроклимата (Г. И. Воробьев, 1986, Е. С. Павловский, 2004), защиты плодовых деревьев и кустарников от вредного действия ветров, заморозков и задержания снега на площади сада.

Метельные ветры в зимний период сдувают снег и вызывают гибель плодовых деревьев. Особенно часто от таких ветров страдают плодовые сады Сибири, Урала, Казахстана, Заволжья. Весной сильные ветры препятствуют опылению цветов: мешают полету насекомых, высушивают рыльце цветов, сдувают пыльцу. Летние суховеи вызывают отмирание завязей плодов, уменьшение их веса, снижение количества закладываемых цветочных почек, нарушение баланса влаги у плодовых деревьев. Ветры большой скорости летом и осенью повреждают или сбивают плоды. Известно немало случаев, когда сады гибли от неблагоприятных метеорологических условий. В средней полосе Российской Федерации каждое десятилетие отмечается значительный отпад плодовых деревьев в результате подмерзания. Много садов повреждается в холодные, ветреные и бесснежные зимы. Особенно страдают от морозов и холодных ветров субтропические культуры: подмерзают побеги, осыпаются листья, завязь, плоды, механически повреждаются ветви, листья и плоды, снижается процесс фотосинтеза растений. Одностороннее направление ветра деформирует кроны плодовых деревьев, искривляет их стволы; деревья с флагообразной формой крон в первую очередь страдают от снеголома. Значительный ущерб наносят сильные ветры в период съемной зрелости плодов. Все это указывает на то, что естественная или искусственная защита плодовых деревьев от ветра является одним из важнейших условий их выращивания.

СЗЛП ослабляют действие ветров и заморозков, препятствуют сдуванию снега из междурядий, создают лучшие условия для роста и развития растений, препятствуют осыпанию плодов при сильных ветрах. Высокая их эффективность в повышении урожайности садов, ягодников, виноградников, цитрусовых, чайных и лавровых плантаций, более быстром восстановлении плодоношения после суровых зим отмечена в различных районах нашей страны и за рубежом.

Наблюдения за плодоношением и ростом плодовых деревьев показали, что важнейшим фактором для сохранения плодовых деревьев от мороза и получения высоких урожаев является улучшенный микроклимат, который формируется в саду под защитой лесных полос. По степени затухания ветра в саду выделяются несколько зон: на расстоянии 50 м от лесной полосы скорость ветра снижается на 73%, 100 м –

на 60, 200 м – на 44, 700 м – на 25%. За годы суровых зим гибель плодовых деревьев в открытых садах, как правило, составляет 85%, а под защитой лесополос 25%. В изменении скорости ветра участвуют, конечно, не только лесные полосы, но и сами плодовые деревья. Однако первичную ветроломную роль играют лесные полосы, достигающие значительно большей высоты, чем плодовые (Е. С. Павловский, 1986).

Уменьшение скорости ветра сказывается и на снегоотложении. Под защитой лесополос в садах накапливается снега значительно больше, вследствие чего плодовые растения легче переносят суровые зимние морозы, увеличивается плодоношение. А. И. Левина установила, что наибольшее отложение снега в саду наблюдается в зоне 15Н с наветренной и 5-6Н с наветренной сторон садозащитной лесополосы. В центре защищенного сада по сравнению с центром защищенного лесополосами поля снега накапливается в 1,5-4 раза больше, т. е. сказывается непосредственное влияние самих плодовых деревьев. Наблюдения за снегоотложением в вишневом саду Поволжской АГЛЮС показали, что при непродуваемой лесополосе основная масса снега отложилась большим сугробом между лесной полосой и первым рядом вишни и увеличился снежный покров в первых четырех рядах сада, идущих параллельно лесополосе. Зона влияния полосы на снегоотложение примерно равна 4Н. У ажурно-продуваемой лесополосы увеличение снегоотложения наблюдалось до 12-го ряда вишен (10Н), снега в этой зоне было в 3-4 раза больше, чем в середине окаймленного лесополосами участка. Толстый слой снега утепляет почву, она быстрее оттаивает весной и больше поглощает талых вод. В зоне влияния лесных полос доступной влаги весной больше на 47-50 мм, чем вне зоны ее влияния. Благодаря накоплению снега СЗЛП обеспечивают более благоприятный водный режим почвы, что положительно сказывается в дальнейшем на оводненности листьев плодовых растений, плодоношении и качестве плодов. Снег предохраняет корневую систему плодовых деревьев от подмерзания, обеспечивая лучший ход ростовых процессов в весенний период (Е. С. Павловский, 1986).

СЗЛП оказывают влияние и на температуру воздуха. В суровую зиму 1968/69 г. в Новоаннинском р-не Волгоградской обл. погибли плодовые насаждения на площади 226,5 га. В зоне влияния лесонасаждений зимних повреждений надземных частей деревьев не было обнаружено. Лишь у сорта ренет Симиренко, имеющего пониженную зимостойкость, отмечались незначительные повреждения коры штамба и средние повреждения полускелетных и скелетных ветвей кроны. Уже

на второй год состояние этих деревьев улучшилось. Зимой опасна потеря растениями влаги, так как при глубоком промерзании почвы происходит иссушение и отмирание корней, что ведет в дальнейшем к отмиранию ветвей. Почки плодовых растений без защиты теряют зимой воды на 25-33% больше, чем в защищенном месте. Ослабление испаряемости на 20-40% в зоне до 200 м от лесополосы высотой 15-18 м наблюдалось в садах Тамбовской, Воронежской, Саратовской, Куйбышевской обл., Алтайского края.

Многие исследования показывают, что вблизи лесополос ветропроницаемых конструкций урожай плодовых, ягодников, винограда повышается и он стабильнее, а с удалением от них величина урожая уменьшается и колебания его с годами увеличиваются. В Среднем Поволжье зона влияния ажурно-продуваемой лесополосы на урожай плодовых деревьев равна 7-8Н, что почти в 4 раза больше, чем плотной лесополосы (С. Н. Андрианов, 1975).

Особенно велика роль лесополос в период созревания плодов. По многолетним наблюдениям Работкинского техникума в Горьковской обл., вблизи лесополос яблоки сорта Антоновка достигают 400-500 г и приобретают слабый розоватый оттенок с освещенной стороны. На открытой части сада масса их не превышает 80-100 г, окраска плодов зеленая, они легко осыпаются, бьются, теряя товарные качества. На Челябинской плодовой станции масса одного плода сорта Непобедимая Грелля на участках, удаленных на 10 и 130 м, по сравнению с последним пунктом учета (200 м), оказалась больше в 1,9 и 1,3 раза (Б. В. Лабазников, 1972).

Лесные полосы, защищая сад от ветра, снижают количество ветровой падалицы. При полной защите сада отношение количества ветровой падалицы к общему сбору плодов составляет 3-12,5%, при неполной защите 30-34%, причем наименьшее количество падалицы наблюдается вблизи лесных полос. В Волгоградской обл. в саду, окаймленном со всех сторон лесными полосами, средняя за 3 года величина урожая с каждого дерева была 178-257 кг, а в открытом саду в 1,5-2 раза ниже. По многолетним наблюдениям в различных зонах страны ветровая падалица плодов уменьшается благодаря лесополосам в 1,5-2 раза, а при ураганных ветрах – в 8-10 раз.

Создавая условия для гнездовий полезных птиц (синиц, мухоловок, пеночек и др.), уничтожающих вредных насекомых, защитные насаждения также способствуют сохранению урожая и его качества. В защищенных садах собирают большее количество доброкачественных

плодов, не поврежденных ни долгоносиком, ни плодовой жоркой (Е. С. Павловский, 1986).

В то же время отмечается, что лесонасаждения несколько задерживают созревание плодов. Сроки съема яблок на открытом участке наступают на 4-6 дней раньше, чем на защищенном, так как гидролиз крахмала в плодах на открытых местах при резких колебаниях температуры протекает более интенсивно. По данным Московской селекционной станции, под защитой лесополос кусты смородины черной быстрее вступали в пору плодоношения и осыпание завязи составляло 15-20, на контроле 90%.

В целом благотворно действует близость лесополос и на виноградники: в зоне их влияния урожай бывает больше, чем на удалении от них. На Северном Кавказе и в Закавказье при суховеях число обожженных соцветий и ягод винограда на открытых плантациях составляет в среднем 30, а под защитой 4-8%. Урожай винограда повышается на 20-40%, а в годы с жесткими погодными условиями в 1,5-2 раза. Наибольший урожай и выход стандартной продукции при самой высокой средней массе грозди отмечается на кустах, растущих на расстоянии 6-8 м от ветропроницаемых лесополос (Б. В. Лабазников, 1972).

Положительно влияют лесные полосы и на субтропические культуры. На основе проведенных работ по учету урожайности цитрусовых установлено, что при среднем урожае 428 плодов на каждое дерево на наветренную сторону приходится 153 плода, т. е. 36%, а на подветренную 273 плода (64%). Мандариновые деревья под защитой лесных полос дали в среднем по 613 плодов. На рядом расположенном незащищенном участке получено по 380 плодов с дерева, т. е. на защищенном участке прибавка урожая составила 61% (С. В. Мгалоблишвили, 1963). По данным Грузинского института горного лесоводства за 1975-1977 гг. в 26 опытах прибавка урожая плодов мандарина под защитой полос составила 22,5 ц/га (31,7%). За эти годы в 12 опытах на плантациях апельсина прибавка оказалась равной 24 ц/га (30,7%) и в 30 опытах с насаждениями лимона 19 тыс плодов (46,7%). Выход высококачественных плодов на защищенных плантациях составляет более 60%, а на незащищенных 49%. Исследования в Колхидской низменности Западной Грузии показали, что под защитой 3-6-рядных лесополос из криптомерии японской, кипариса болотного, сосны приморской, платана восточного, дуба каштанолистного, тополя канадского и пирамидального, эвкалипта иволистного, ликвидамбара и других пород урожай лимонов увеличивается на 49%, апельси-

нов на 44,2, грейпфрутов на 22,8, мандаринов на 22,2%. Наиболее высокие урожаи отмечены на плантациях, защищенных 4-6-рядными ажурно-продуваемыми лесополосами: урожай лимонов увеличился на 71-73% (Е. С. Павловский, 1986).

Основной вред, причиняемый ветрами чайному растению, заключается в механическом повреждении флешей, замедлении роста и массовом появлении глушков. Наряду с этим во время действия восточных сухих ветров сильно иссушается почва. Все это приводит к снижению урожая и ухудшению качества зеленого чайного листа. Опытами, проведенными ВНИИ чая и субтропических культур, установлено, что хорошо устроенные СЗЛП повышают урожайность зеленого чайного листа на 25-30%, а в отдельных случаях до 56%.

Лесные полосы значительно повышают и урожай листа лавра благородного. Например, под их защитой урожай сухого листа лавра благородного 2667 кг/га, а вне защиты 2157, т. е. дополнительно собирается 510 кг/га сухого лаврового листа, что составляет 23% (С. В. Мгалоблишвили, 1963).

Однако непродуваемые СЗЛП при определенных условиях могут приводить к задержанию и скоплению в пониженных местах холодных масс воздуха, усилению в опушечной зоне заморозков. Такие явления иногда наблюдаются в Крыму, где кусты винограда, прилегающие к ним, повреждаются заморозками сильнее, чем на некотором удалении от них. В микропонижениях повышенная влажность воздуха способствует развитию на виноградниках грибных заболеваний. Сдерживание холодных масс воздуха лесными полосами в нижней части склона приводит к подмерзанию деревьев, что снижает урожай на 10-15%. На Нижнеднепровской станции облесения песков УкрНИИЛХА также отмечалось, что насаждения непродуваемой конструкции создают застой воздуха на прилегающих участках, способствуя во влажные годы развитию грибных болезней и поражению винограда гнилями.

Наибольшее благоприятное влияние на рост и состояние сада, включая и межквартальные ветроломные линии, оказывает система СЗЛП. Положительное влияние одиночных лесных полос значительно меньше. В Волгоградской обл. рост деревьев в защищенном саду по сравнению с незащищенным выше по окружности штамба на 25-28%, по приросту побегов на 10-12%, по проекции кроны на 30-35%, по высоте на 20%, по среднегодовому приросту на 5-6% (Е. С. Павловский, 1986; Б. В. Лабазников, 1972).

В садах общей площадью до 20 га лесные полосы закладываются

ют только по их границе. Большие сады разбиваются на клетки размером 300х300 или 300х400 м. Между клетками создаются внутренние лесные полосы (А. Ф. Лисенков, 1971).

Ширина СЗЛП и их конструкция во многом зависят от почвенно-климатических условий. Для защиты садов, ягодников, виноградников, питомников полосы проектируются по их периферии 3-4-рядными шириной до 15 м. Расстояния между рядами плодовых пород (ореха черного и грецкого, абрикоса, шелковицы, персика, черешни и др.) 2,5-4,5, в ряду 1,0-2,5 м. По границам кварталов площадью 7,5-10 га создают 1-2-рядные ветроломные полосы (основные через 150-200, дополнительные через 500 м). Разрывы на стыках между основными и дополнительными полосами оставляют 8-12 м.

В Западной и Восточной Грузии в районах с очень сильными ветрами СЗЛП создают на виноградниках, плантациях чая, тунга и технических культур на расстоянии 200-250 м друг от друга, на плантациях цитрусовых 100-150 м; в остальных районах 2-4-рядные лесополосы сажают на расстоянии 300, дополнительные 600 м (С. В. Мгалоблишвили, 1963; Е. С. Павловский, 1986).

В равнинных районах России сады и виноградники окаймляют продуваемыми лесополосами; в районах с обильными снежными зимами ажурно-продуваемыми, в районах с частыми пыльными бурями продуваемыми, на Украине и в Молдавии ажурными, в Грузии продуваемыми и ажурными.

СЗЛП располагают на расстоянии 15-20 м от ближайшего ряда плодовых деревьев, т. е. равном их будущей высоте, но не менее ширины междурядья, принятого в саду или на плантации (В. А. Бодров, 1961). Используемые для их создания породы должны быть быстрорастущими, высокорослыми, иметь хорошую крону, обладать достаточной морозостойкостью, ветро- и снегоустойчивостью, такие как тополь, береза, сосна, лиственница, гледичия, акация белая, орех грецкий и черный, вяз приземистый, клен остролистный и др. В ветроломные полосы высаживают породы, не дающие корневых отпрысков. Пограничные лесные полосы закладывают 3-4-рядными из высокорослых древесных пород: тополей, древовидных ив, лиственницы сибирской, березы бородавчатой, липы, гледичии, орехов, каштанов. В опушечный ряд со стороны поля вводят колючие кустарники или лещину, сирень, жимолость, скумпию. Не рекомендуется выращивать в садозащитных полосах деревья и кустарники, имеющие общих с плодовыми культурами вредителей: ясень обыкновенный и зеленый, дуб, можжевельник, дикие плодовые – рябину, черемуху, боярышник, крушину, барбарис.



П. Т. Шмит рекомендует внутренние лесные полосы между клетками закладывать двухрядными продуваемой конструкции из высокорослых форм груши (по А. Ф. Лисенкову, 1971). В Грузии перечисленным требованиям отвечают из вечнозеленых пород криптомерия японская, кипарисы, сосны, секвойя, кедр гималайский и др., из листопадных платан, тюльпановое дерево, ликвидамбар и тополя. В садах из цитрусовых культур, нуждающихся в защите от ветра круглый год, лесные полосы должны закладываться в основном из вечнозеленых пород (С. В. Мгалоблишвили, 1963; А. Ф. Лисенков, 1971; Е. С. Павловский, 1986).

Агротехника создания СЗЛП не отличается от агротехники создания ПЗЛП. Почву обрабатывают по системе черного пара. Если под плодовые породы проводилась глубокая обработка плантажными плугами или плугами с почвоуглубителями, то желательно так же обрабатывать почву и на трассах будущих лесополос. Если сады выращиваются с поливом, то следует поливать и древесные породы.

СЗЛП закладывают за 3-5 лет до посадки сада, чтобы к началу его плодоношения они обеспечили надежную защиту деревьев и урожая, одно-двухлетними сеянцами и неокоренными черенками, саженцами и окоренными черенками. Для более раннего ввода в действие лесной полосы предпочтение отдают крупномерному посадочному материалу (высотой 2,5-4,0 м). Уход за СЗЛП такой же, как и за ПЗЛП.

## **8.2. Полезащитное лесоразведение на орошаемых землях**

Более 70% всех сельхозугодий России (из 208 млн га) и около 80% пашни (из 126 млн га) расположены в зонах недостаточного или неустойчивого увлажнения атмосферными осадками с часто повторяющимися засухами и суховеями, резко снижающими урожайность культур и валовые сборы сельскохозяйственной продукции.

Для повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий засушливой зоны России к 1990 г. было введено в эксплуатацию 6,16 млн га орошаемых земель. Однако площадь их в последнее время сократилась и по состоянию на 2000 г. составила 4,47 млн га. Больше половины орошаемых земель сосредоточены в двух европейских регионах России – Северо-Кавказском и Поволжском. Орошаемые земли имеются также в Центрально-Чернозёмном, Уральском, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском природно-экономических регионах. С орошаемых земель получают четверть всей продукции земледелия, хотя они составляют только 3,5% общей площади пашни и многолетних насаждений.

Орошение устраняет лишь почвенную засуху и не полностью защищает сельскохозяйственные культуры от ущерба, вызываемого атмосферной засухой. При суховеях даже с достаточной влажностью почвы недобор урожая пашни составляет 18-30%. Лесные полосы на орошаемых землях, кроме выполнения традиционных функций, понижают УГВ, сокращают испарение воды из оросительной сети и уменьшают испарение влаги с полей, сдерживают подъём солей к поверхности почвы, предупреждают вторичное засоление и заболачивание угодий.

На орошаемых землях России создано 7 тыс га ЗЛН при необходимой площади 100 тыс га. В существующих насаждениях требуется проведение рубок ухода.

### 8.2.1. Назначение насаждений, основные их виды

В зависимости от основного назначения, а также местоположения ЗЛН на орошаемых землях объединяют в следующие основные группы:

- полезащитные лесные полосы;
- лесные полосы вдоль магистральных и межхозяйственных оросительных и сбросных каналов;
- аллейные лесные полосы и однорядные посадки вдоль постоянных дорог;
- лесные полосы по границам орошаемых земель с очагами развеваемых песков и другими участками интенсивной эрозии;
- лесные полосы на участках лиманного орошения и обвалованных орошаемых площадях в поймах рек;
- аллейные лесные полосы и однорядные ветроломные посадки в орошаемых питомниках, садах, на виноградниках, чайных, цитрусовых и других плантациях;
- ЗЛН на культурных орошаемых пастбищах;
- ЗЛН на неудобных и не используемых в сельском хозяйстве землях (выключках), но расположенных на орошаемой территории;
- лесные насаждения у посёлков, полевых станов, насосных станций, служб эксплуатации оросительных систем.

### 8.2.2. Размещение лесных полос на орошаемых землях

Лесные полосы обычно располагают, как и на богаре, в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Однако поперечные лес-

ные полосы могут отклоняться от перпендикулярного направления при совпадении их с дорогами, линиями электропередач, естественными водотоками и т. д.

При проектировании организации территории орошаемых земель нужно стремиться к тому, чтобы поля севооборотов и отдельные поливные участки длинной стороной, вдоль которой создаются продольные ПЗЛП, располагались поперёк направления вредоносных ветров или с допустимым отклонением (не более  $30^\circ$ ). На подверженных водной эрозии склонах крутизной более  $1,5-2^\circ$  в увязке с общей организацией территории продольные лесные полосы располагают поперёк склонов. На орошаемых полях, подверженных эрозии почвы в средней и сильной степени, её предотвращение должно быть определяющим условием правильной организации орошаемых земель и хозяйственного использования территории, применения способов и техники полива.

С учётом этих факторов, проектной высоты древесных пород, дальности влияния полос, их рядности и т. д. устанавливают расстояния между лесными полосами и определяют размещение их относительно дождевальной техники и гидросооружений. Высота взрослых лесных полос при орошении меньше зависит от почвенно-грунтовых и климатических условий, но с продвижением с севера на юг она уменьшается. В засушливой степи с поливом по бороздам, полосам и дождеванием высота взрослых насаждений достигает 20 м, в сухой степи и полупустыне 17-15 и на рисовых оросительных системах 20-25 м.

В системе расстояние между продольными лесными полосами не должно превышать эффективной дальности влияния каждой из них на ветер летом. На оросительных системах с поливом по бороздам, полосам и дождеванием на чернозёмах, лугово-чернозёмных, лугово-болотных и подобных им почвах оно составляет 600 м, на почвах каштанового типа 500 м, на бурых полупустынных почвах 450 м; при поливе затоплением чеков на рисовых оросительных системах (при посадке тополей) соответственно 800, 700 и 600 м. В районах с сильной ветровой активностью и неблагоприятными почвенно-грунтовыми, гидрогеологическими и прочими условиями указанные расстояния могут быть уменьшены.

Наряду с продольными лесными полосами важно правильно разместить поперечные полосы. Максимальные защитные функции поперечных полос проявляются при расстоянии до 1000-1500 м, что соответствует длине картовых и временных оросителей (1000-1200 м), а

также одинарной и удвоенной длине полей при использовании на поливе широкозахватных дождевальных машин, работающих от напорного трубопровода. В районах слабой ветровой активности или с ясно выраженным господствующим направлением ветра на участках орошения дождевальными машинами "Волжанка", "Днепр", "Фрегат", "Кубань", а также на рисовых оросительных системах при длине полей менее 1000 м можно допускать окаймление поперечными лесными полосами спаренных по длине полей. Во всех случаях расстояние между поперечными лесными полосами не должно быть более 2000, а на песчаных почвах 1000 м. Продольными и поперечными полосами образуют прямоугольную форму поля, отвечающую требованиям орошаемого земледелия. Однако площади менее 20-30 га для зерновых, 12-20 га для пропашных и 10-12 га для овощных культур нежелательны, поскольку это ведёт к снижению производительности машин и орудий (М. Н. Багров, И. П. Кружилин, 1974).

*Размещение лесных полос при разных способах полива.* При поливе дождеванием лесные полосы размещают с учетом габаритов поливной техники, а при поливе затоплением – с учетом использования летательных аппаратов при обработке культур ядохимикатами.

В орошаемом земледелии широко применяют дождевальные машины кругового ("Фрегат") и фронтального ("Волжанка", "Днепр" и др.) действия с малой интенсивностью дождя и высокой производительностью. Эффективно используется и дождевальный агрегат ДДА-100МА. На межполосных полях с указанными выше расстояниями могут применяться дождевальная машина "Волжанка" (одно крыло) с учётом однорядной посадки вдоль полевого трубопровода и дождевальный агрегат ДДА-100МА. Дождевальные машины "Фрегат", "Днепр" и др. в опасных в ветроэрозионном отношении районах используют с уменьшенным количеством секций и опор. Лесные полосы в расчете на всю ширину захвата этих машин размещают в районах с благоприятным и ветровым режимом и лесорастительными условиями. При поливе дождевальными машинами "Фрегат" их размещают параллельно границам поля или по периферии круга, при использовании "Волжанки" – параллельно, на стыке крыльев, вдоль гидрантов и в конце поля, а дождевального агрегата ДДА-100МА – между оросителями и в конце их (рис. 8.5).

Продольные ПЗЛП проектируют из двух-трех, а поперечные – из двух рядов древесных пород с междурядьями 3 м. На рисовых оросительных системах соответственно из одного-двух и одного ряда. Однорядные полосы проектируют также вдоль полевого напорного

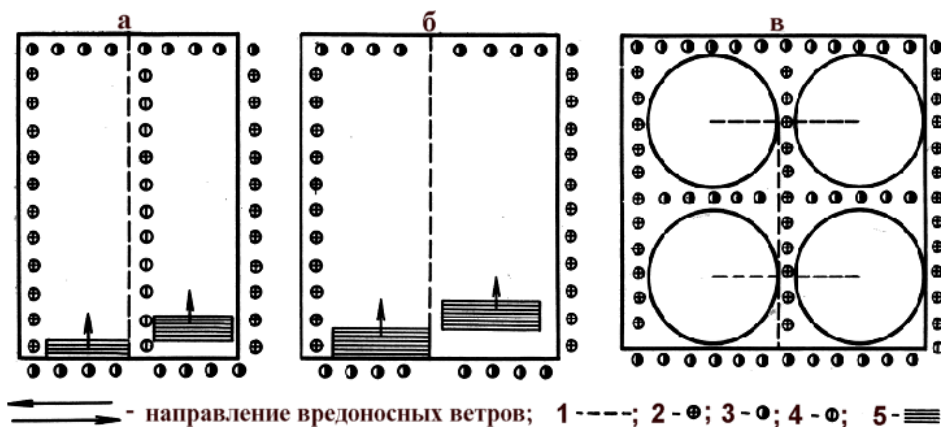


Рис. 8.5. Схема размещения ПЗЛП на участках орошения дождевальными машинами "Волжанка" (а), "Днепр" (б), "Фрегат" (в):

1 – напорный трубопровод; лесные полосы: 2 – продольные (основные) трехрядные, 3 – поперечные (вспомогательные) двухрядные, 4 – однорядные вдоль полевого напорного трубопровода; 5 – место установки крыла дождевальной машины (стрелкой показано направление ее движения)

трубопровода на участках орошения дождевальной машиной "Волжанка", где ширина межполосных полей примерно 400 м.

На орошаемых участках, проектируемых для полива дождевальным агрегатом ДДА-100МА, устанавливается точное месторасположение лесных полос на местности, проводят тщательное измерение расстояния между осью дороги вдоль оросителей и первым рядом полосы с обеих сторон поля. Это расстояние от рядов узкокронных (пирамидальных) древесных пород должно быть не менее 58, а ширококронных 60 м. Оно складывается из длины крыла (консоли) дождевального агрегата (55 м) и защитной зоны между концевой частью крыла и стволом первого ряда деревьев. Расстояние между концевой частью крыла и стволами устанавливается не менее 3 м для узкокронных и 5-6 м для ширококронных деревьев. В местах поворота агрегата в транспортном положении на стыках лесных полос оставляют разрывы, равные длине одной консоли.

Схема разрывов в лесных полосах на участках с поливом дождевальным агрегатом ДДА-100МА отличается от обычной на богаре. Величина разрывов в перекрещивающихся полосах здесь равна 60 м, то есть длине одного крыла (консоли) с защитной 5-метровой зоной. Разрывы в полосах перекрещиваются не строго по осевой линии, а смещены в ту или другую сторону в зависимости от направления поворота и хода дождевального агрегата относительно лесной полосы.

Полив лесных полос этим агрегатом проводится одновременно с поливом сельхозкультур от концевой насадки консоли. Полосы, со-

зданные в концевой части оросителей, в первые 2-3 года после посадки поливают навешенными обеими консолями над полосой. В последующие годы дождевателями из оросителей.

Самоходная дождевальная машина "Фрегат" в отличие от другой широкозахватной поливной техники работает по кругу и при максимальном числе опор имеет длину крыла (радиус захвата) 454,5 м. Лесные полосы при использовании этой машины проектируются по периферии круга, сегменты между круговыми площадками (как правило, неорошаемые) в этом случае рекомендуется отводить под сплошное облесение или другие хозяйственные цели. При параллельном их размещении (не более 20% их протяжённости) дальнеструйный аппарат, смонтированный на концевой части крыла машины и предназначенный для полива дополнительной площади, осуществляет полив в секторе 25-30 м. Кроны древесных пород (тополь, вяз, берёза и др.), как правило, разрастаются в сторону поля до 5-6 м, поэтому лесные полосы следует размещать на расстоянии не менее 5-6 и не более 10-15 м от концевой части крыла. Это обеспечит свободный проход машины вблизи лесной полосы и её полив (рис. 8.6).

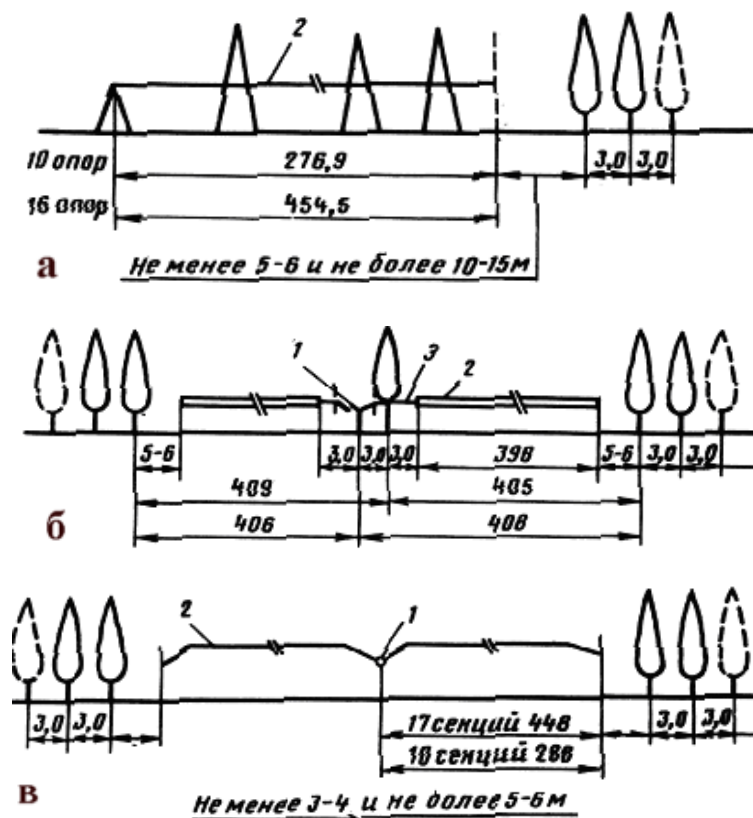


Рис. 8.6. Схема размещения дождевальных машин "Фрегат" (а), "Волжанка" (б), "Днепр" (в) относительно лесной полосы:

1 – гидрант, 2 – крыло дождевальной машины, 3 – телескопическая труба

Так как машиной "Фрегат" можно поливать лишь незначительную площадь полосы, для остальной части проектируют автономный полив, кроме участков с близким залеганием ГВ. В исключительных случаях при параллельном размещении полос высаживают засухоустойчивые породы.

В районах, где почвы в сильной степени подвержены дефляции, целесообразно использовать "Фрегат" и другие широкозахватные машины с уменьшенной длиной крыла. При этом межполосное расстояние при 10 опорах с учётом защитной зоны у полосы составит 556-585 м.

Большое значение имеет борьба с потерями воды за счёт сноса дождевых капель ветром и испарения с поверхности струи ветром при использовании машин с небольшой интенсивностью дождя.

Дождевальные машины "Волжанка", "Днепр" и "Кубань" работают при фронтальном движении. Полив продольных полос машиной "Волжанка" осуществляется от крайнего среднеструйного дождевального аппарата, находящегося на концевой секции крыла. Поперечные полосы поливаются одновременно всеми дождевальными аппаратами с последней позиции. Здесь важное значение имеет радиус действия концевого дождевального аппарата, который изменяется в зависимости от скорости ветра. При скорости 3 м/с дальность полёта струи воды против ветра уменьшается на 15-20%, а вдоль ветра увеличивается на 55-65%, при скорости 5-6 м/с соответственно на 50-55% и почти втрое.

Если при размещении поперечных лесных полос следует учитывать только дальность полёта воды (в среднем 10 м), то при размещении продольных полос – также и отход крыла от оси гидрантов, равный примерно 3 м при длине гона 1 км. Таким образом, крайний ряд основной полосы должен быть расположен на расстоянии 5-6 м от крыла дождевальной машины. При этом двух-трёхрядные полосы будут поливаться от одного и другого крыла.

Однорядная полоса вдоль гидрантов располагается на расстоянии 3 м от оси трубопровода и 3 м от концевой части крыла. Такое размещение обеспечивает полив полос, свободное перемещение дождевальной машины по полю и подсоединение телескопической трубы через однорядную полосу к гидранту. При этом ширина одного межполосного поля составит 405, другого 409 м, а расстояние между трубопроводом с гидрантами и крайним рядом полосы с противоположной стороны крыла дождевальной машины – соответственно 408 и 406 м.

Дождевальную машину "Днепр" с позиции на позицию перемещают с помощью трактора, который передвигается вдоль гидрантов.

Поэтому лесные полосы здесь располагают только по границам поля, на стыке крыльев двух смежных машин, и в конце его. Для обеспечения полива полос одновременно с сельскохозяйственными культурами их размещают на расстоянии 3-4 м от концевой части крыла при посадке узкокронных и 5-6 м ширококронных древесных пород. В конце поля эти расстояния должны быть не менее 5-6 и не более 7-8 м от дождевальных аппаратов или 19,5-21,5 м от крайнего гидранта.

Полив основных полос, размещенных вдоль длинной стороны полей, осуществляется среднеструйными дождевальными аппаратами, расположенными на последней секции в конце крыла. Полосы в конце поля поливаются одновременно всеми дождевальными аппаратами с последней позиции. Ширина межполосного поля с учетом защитной зоны и с уменьшенным (до 20) числом секций (у двух машин) составит 580-584 м. При поливе полос машиной "Кубань" принцип их размещения такой же, как и при использовании машины "Днепр".

Размещение лесных полос на рисовых оросительных системах, где они растут быстрее и выше, чем на орошаемых участках с другими способами полива, несколько иное. Внутри орошаемой территории лесные полосы располагают на берме между распределительным и сбросным каналами, а также между хозяйственным каналом и дорогой (рис. 8.7).

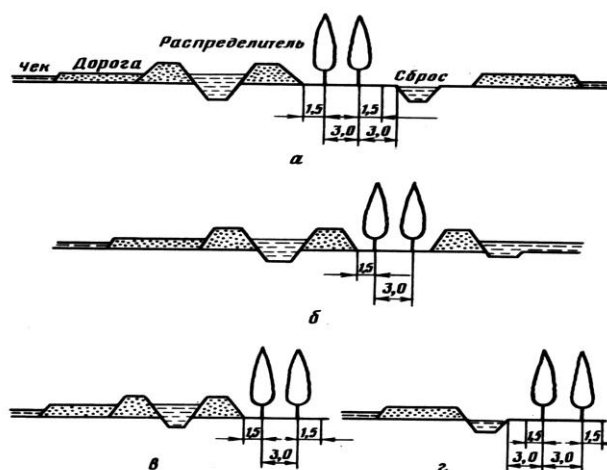


Рис. 8.7. Схемы размещения ЗЛН вдоль внутрихозяйственных оросительных и сбросных каналов рисовых систем (среди орошаемых земель):

а – вдоль участкового (хозяйственного) распределителя в сочетании со сбросом, б – в сочетании с оросителем-сбросом, в – вдоль обособленного участкового (хозяйственного) распределителя, г – вдоль обособленного участкового (хозяйственного) сброса

Отвод площадей для создания ПЗЛП на орошаемых полях при поливе ДДА-100МА, а также по бороздам и полосам составит 1,8-2,8%, "Фрегатом" 1,3-2,0%, "Днепром" 1,4-2,3%, "Волжанкой" 1,8-2,2%, на рисовых полях 1,0-1,4%.

*Размещение лесных полос вдоль каналов и на других объектах.* Лесные полосы вдоль каналов создают с одной или с двух сторон. У крупных каналов предпочтительнее двустороннее расположение 3-4-



рядных лесных полос. Они лучше защищают их от заносов мелкозёмом, предохраняют от зарастания сорняками, более эффективно перехватывают фильтрующуюся из каналов воду, уменьшают испарение с водной поверхности. Односторонние полосы применяют в тех случаях, когда дамбы не обеспечивают прохода машин для механизированной очистки каналов, на оросительных системах с большим содержанием взвешенных илистых частиц в воде, а также вдоль сбросных, участковых и хозяйственных каналов, лотков и облицованных каналов внутрихозяйственной оросительной сети и в районах с повышенной ветровой активностью на лёгких грунтах.

На внутрихозяйственных открытых и закрытых оросительных и сбросных сетях лесные полосы наряду с защитой каналов выполняют полезащитные функции. Поэтому их создают из меньшего числа рядов (1-2), чем у более крупных каналов (межхозяйственных и магистральных), где основной функцией наряду с биодренажной является защита каналов от заносов продуктами ветровой эрозии, и со стороны степи в опушечный ряд высаживают кустарник. По границам орошаемых земель с тяжелыми лесорастительными условиями лесные полосы создают 4-5-рядными.

На пересечениях с полевыми дорогами и в местах переезда через каналы в 1-2-рядных лесных полосах предусматривают разрывы шириной до 10 м, но не менее габаритной ширины сельскохозяйственной и поливной техники в транспортном положении.

Рекомендуемые параметры размещения полос относительно каналов и других объектов приведены в табл. 8.10.

Таблица 8.10

**Размещение лесных полос относительно каналов, лотков, полевых трубопроводов**

Местоположение	Расстояние, м
Между подошвой дамбы или откосом выемки канала и крайним рядом полосы (от ствола) при высоте дамбы (глубине выемки): не более 3 м	3,0
более 3 м	4,0-5,0
Между продуваемой полосой и внутрихозяйственными каналами при выполнении лесными полосами функций:	
полезащитных	1,5
противодефляционных	3,0
Между лесной полосой и краем лотков, полевым трубопроводом, бровкой кювета дороги	2,5-3,0

### 8.2.3. Гидрологическое значение ЗЛН и мелиоративное состояние орошаемых земель

*Особенности гидрологических условий орошаемых земель.* В условиях орошения важным элементом водного баланса являются потери воды, вызванные фильтрацией в каналах, микропонижениях, технологическими причинами. По данным исследований, фильтрация в магистральных каналах равна 6-18%, межхозяйственных 10-19 и внутрихозяйственных 20-35%. От общих потерь фильтрация составляет 65-70%, технологические потери (утечка, сброс) 25-30% и испарение с водной поверхности 4-5%. Потери воды на 1 км лесной полосы у магистральных каналов в земляном русле составляют в среднем 21-24 л/с, максимальные 90-140; у межхозяйственных соответственно 13-18 и 35-40; у хозяйственных 13-15 и 41-32 и у временных оросителей 11-12 и 24-29 л/с. Из-за увеличения шероховатости поверхности при зарастании каналов сорной растительностью потери увеличиваются в 1,5-3 раза.

Более 50% воды, прошедшей через канал, идет на пополнение ГВ, которые, в свою очередь, могут быть использованы растениями. Величина транспирации в зависимости от условий произрастания составляет 10-80 м<sup>3</sup> на одно дерево. В то же время значительный подъем ГВ ухудшает состояние орошаемых земель. Средняя скорость подъема ГВ при поливе ДДА-100М из открытой сети и распределительных каналов в земляном русле в зависимости от естественной дренированности грунта составляет 0,8-2 м/год. Подъем УГВ происходит и при поливе широкозахватными дождевальными машинами. При подаче воды в каналах с земляным руслом эта величина составляет 0,6-1,0, с бетонированным 0,4-0,6 м/год (Ефимов, Легостин, 1973). В облицованных бетоном каналах, как правило, теряется незначительное (25-84 л/м<sup>2</sup>·сут.) количество воды, что составляет примерно 5% общих потерь. Остальные 95% теряются через трещины и швы.

Следует учитывать снижение роли биологического дренажа в связи со старением древостоя и прекращением его воздействия на снижение УГВ при глубине их залегания более 5 м. Поэтому биологический дренаж можно рассматривать только как составную часть общего комплекса мероприятий по борьбе с подъемом УГВ.

*Фильтрационные потери воды из каналов в зависимости от их облесенности.* Древесные породы, посаженные вдоль оросительной сети, могут отсасывать воду непосредственно из каналов, повышать фильтрацию, особенно при неправильном их размещении, например

на дамбах или у основания откоса канала. С другой стороны, корни могут уплотнять и укреплять грунт, опадающие листья вызывать оглеение почвы, в результате чего фильтрационные потери у облесенных каналов уменьшаются.

В этой связи при создании ЗЛН вдоль каналов важно правильно подобрать древесные породы и разместить насаждения так, чтобы исключить возможность отсасывания воды из каналов с земляным руслом. Корни одних древесных пород отмирают в мокрой почве у откосов каналов (клен, орех, абрикос, слива, алыча) или отклоняются в сторону (платан, липа, береза). Корни других пород подходят к мокрому откосу, проникают под дно канала, но не пронизывают откос и дно канала и не дренируют их (дуб, гледичия, вяз, ясень, черешня, яблоня). Эти древесные породы, как и предыдущие, используют фильтрационную воду. Ряд пород дают корневые отпрыски, особенно при повреждении корней, и способны увеличивать фильтрацию воды через откосы и дно канала (тополь, акация белая (робиния), груша, вишня). Поэтому эти древесные породы, кроме тополя, вообще не рекомендуются для посадки вдоль каналов (Б. Л. Логгинов, 1961).

*Влияние снегоотложения на мелиоративное состояние орошаемых земель.* На орошаемых землях из-за большой шероховатости поверхности, вызванной наличием оросительной сети и лесных насаждений, вынос снега за пределы системы отсутствует. Здесь наблюдается лишь перераспределение его на поле и в системе. Как правило, во время метелей снег отлагается в лесных полосах, оросителях и вдоль каналов. Вся талая вода остается на участке (поле). На необлесенных полях 30% всех снегозапасов аккумулируется в приканальной зоне, занимающей 10% оросительной системы, и 70% распределяется по остальной площади (А. И. Кузник, 1979).

Режим ГВ на орошаемых землях дифференцируется в зависимости от инфильтрации воды от поливов, осадков и действия инженерного и биологического дренажа. Лесные полосы, расходуя на транспирацию ГВ, понижают их уровень на 5-67 см. Максимальное понижение отмечается в летний период. Действие лесной полосы на снижение УГВ прослеживается на расстояние до 20Н в каждую сторону от полосы. Динамика ГВ зависит от облесенности канала. Разница в УГВ у облесенного и необлесенного межхозяйственных каналов в Среднем Поволжье под 5-рядной тополёво-ясеновой полосой в возрасте 8-9 лет составляла в июне 5 см, июле 40, в августе 68, в сентябре 6 см. По эффективности снижения УГВ ЗЛН не уступают инженерному дренажу.

Водопотребление насаждений зависит от породного состава, возраста и условий произрастания. Обладая огромной листовой массой, площадь которой в 10-15, а иногда и в 20 раз превосходит площадь, занимаемую лесной полосой, древесные породы, особенно влаголюбивые, потребляют значительное количество почвенной и грунтовой воды. Из общего количества потребляемой воды 95% расходуется на транспирацию. На участках с близкими ГВ в среднем за вегетационный период на Кисловской и Изобильненской оросительных системах десугируется в 1,5 раза больше влаги, чем с глубокими. Засухоустойчивые породы транспирируют, как правило, в 1,5-7 раз меньше воды, чем влаголюбивые.

Двухрядные лесные полосы расходуют относительно большее количество воды, чем 3-4-рядные. Опушечные деревья, как правило, формируют больше листовой массы в основном за счёт световых листьев и у них более интенсивно протекают процессы транспирации и фотосинтеза. Например, 20-летний тополь пирамидальный на Варваровской оросительной системе Волгоградской обл. в опушечном ряду расходовал 24 м<sup>3</sup> воды, а во втором ряду на 26% меньше. Большой расход воды опушечными рядами свидетельствует о целесообразности создания узких полос. Суммарное водопотребление этих полос уже в 10-15-летнем возрасте при доступных ГВ составляет до 20 тыс м<sup>3</sup>/км.

Фильтрационная влага из участковых каналов может быть полностью израсходована тополевыми лесными полосами, из хозяйственных на 27-54%, из межхозяйственных каналов при двухсторонней посадке на 10-25% и магистральных на 10%.

Вместе с тем следует отметить, что транспирационный расход воды 1 га лесной полосы при расчетах несколько завышается. Это объясняется тем, что водопотребление рассчитывается только на ширину полосы и закраек без учёта освоённой корнями площади за пределами закраек, где они распространяются в каждую сторону примерно на одну высоту насаждения. Фактический расход воды двухрядным тополёвым насаждением при хорошем увлажнении с размещением деревьев 1,5х3,0 м приведен в табл. 8.11.

С увеличением возраста расход воды на 1 га остается стабильным и при хорошем увлажнении близок к расчётным данным (по тепловому балансу). Суммарный расход воды насаждениями после сдачи их в эксплуатацию выше транспирационного на величину физического испарения.

На орошаемых землях лесные насаждения, десугируя влагу, позволяют сокращать дренажный сброс на 20-60%, объём строительства

**Транспирационный расход воды полосой из тополя  
с учётом освоенной корнями площади**

Возраст, лет	Средняя высота, м	Площадь зоны освоения корнями полосы протяжённостью 1 км, га	Расход воды одним деревом, м <sup>3</sup>	Расход воды, тыс м <sup>3</sup>	
				на 1 км полосы	на 1 га освоенной корнями площади
5	8	2,0	15	20	10,0
10	15	3,3	24	32	9,7
15	20	4,3	33	44	10,2

коллекторно-дренажных систем на 40-60% и затраты на 40-50%. Биодренажные системы в Нижнем Поволжье при УГВ ниже 3 м могут быть заложены на 30%, а при более высоком их уровне на 70% орошаемых земель.

#### 8.2.4. Почвозащитная роль лесных полос в условиях орошения

*Противоэрозионное влияние системы лесных полос на примере их физических моделей.* Почвозащитная эффективность лесных полос зависит от скорости ветра, конструкции и размещения, наличия пылесборной площади с наветренной стороны полос, эродированности, влажности почвы и других факторов. Лучшими почвозащитными свойствами на орошаемых землях обладают полосы ажурной конструкции.

В системе моделей ажурных полос, размещённых через 36Н, зона выдувания составляла 12-16Н, продуваемых 19-22Н. Сокращение расстояния между ажурными полосами до 24Н привело к уменьшению переноса песка и зон выдувания до 0-4Н. С увеличением скорости ветра с 6 до 8 м/с протяжённость зоны выдувания песка у таких полос, размещённых через 36Н, возросла с 12-16 до 20-24Н, а размещённых через 16Н – с 0 до 5Н. Зона полной защиты у ветропроницаемых полос в среднем находилась в пределах 17,5-19,0Н. Однако она изменяется в зависимости от вышеуказанных факторов и для ажурных полос составляет 17-28Н.

Почвозащитная эффективность круговых полос примерно аналогична параллельным. Однако с учетом относительно большой площади защищаемого поля полученные данные свидетельствуют о необходимости уменьшения площади круга, а следовательно, и длины крыла дождевальная машины "Фрегат" в опасных в дефляционном отношении районах.

На орошаемых полях наряду с защитой почвы от дефляции важно избежать заносов продуктами эрозии гидротехнических сооружений. Каналы внутрихозяйственной оросительной сети (участковые и хозяйственные), а иногда и межхозяйственные проходят непосредственно по орошаемой территории. Более крупные каналы, как правило, располагаются вне зоны орошения или по её границам. Поэтому назначение лесных полос вдоль каналов различно. Если вдоль крупных каналов лесные полосы должны выполнять каналозащитные, то во внутрихозяйственной сети наряду с защитой каналов также поле- и почвозащитные функции на прилегающих к ним площадях.

Исследования противодефляционных свойств моделей полос ажурной и продуваемой конструкций показали, что, несмотря на сходство формирования зон с разной степенью подверженности ветровой эрозии, имеются и различия.

С заветренной стороны трасс формируется три зоны: аккумуляции, незначительного проявления процессов дефляции и аккумуляции, дефляции. У ажурных полос золотые отложения обнаруживаются сразу за каналами в зоне пониженных скоростей ветра (от 3 до 14Н). Повышение скорости воздушного потока способствует увеличению зоны аккумуляции, а увеличение количества рядов – её уменьшению. При скорости воздушного потока 6 м/с зона аккумуляции в зависимости от количества рядов составляет 8-10Н, при 8 м/с – 10-13Н, при 10 м/с – 12-14Н. С увеличением рядности моделей полос она смещается ближе к каналу. Это объясняется тем, что скорость воздушного потока гасится первым рядом и тормозящий эффект у двух- и трёхрядных полос возрастает по сравнению с однорядными. Формирование зоны незначительных проявлений процессов аккумуляции и дефляции находится в обратной зависимости от скорости ветра и в прямой от количества рядов. При скорости ветрового потока 6 м/с протяжённость зоны 12-15Н, при 8 м/с – 6-10Н и при 10 м/с – 2-6Н. Зона дефляции находится во взаимосвязи с зоной аккумуляции и при увеличении скорости воздушного потока она располагалась ближе к полосе. При скорости 6 м/с зона дефляции начинается с 23Н, при 8 м/с – с 20-21Н, 10 м/с – с 17-19Н.

У полос продуваемой конструкции процесс формирования зон аналогичен ажурной. Однако в связи с увеличением скорости воздушного потока над каналом и образованием вертикальных вихрей за ними на расстоянии от 1-2 до 3,0-4,5Н формируется очаг выдувания песка. Размер его возрастает с увеличением скорости ветра, числа ря-

дов и высоты разреженной части полосы. Далее в зоне ветрового за-тишья формируется зона аккумуляции примерно с той же напряжён-ностью, как и у ажурных полос. Мощность шлейфа эолового материала увеличивается с изменением скорости воздушного потока с 6 до 10 м/с и высоты разреженной части от 0,1 до 0,3Н. Зона незначительного проявления процессов аккумуляции и дефляции на 1-2 высоты короче, чем у ажурных полос. Следовательно, зона дефляции располагается ближе к полосе при скорости 6 м/с и начинается на расстоянии 22Н, 8 м/с – 17-20Н, 10 м/с – 16-18Н.

У полос обеих конструкций с заветренной стороны наблюдается сначала усиление процесса дефляции, а затем его затухание, что связа-но с насыщением потока продуктами эрозии и уменьшением их забора.

Дальность влияния полос, расположенных с наветренной и завет-ренной сторон канала, при скорости воздушного потока 8 м/с состави-ла 21Н у ажурных и 17Н у продуваемых полос.

Вместе с тем в эксперименте объём отложившегося песка суще-ственно различался вследствие аэродинамического эффекта, создава-емого поджатием воздушного потока и усилением его скорости над каналом при расположении полос с наветренной стороны канала и , наоборот, затуханием скорости над каналом перед полосой при рас-положении её с заветренной стороны. В результате в первом случае большая часть эолового материала переносится через канал и объём отложившегося песка в канале уменьшается, а во втором – увеличивается в 5-13 раз. Следовательно, наряду с расположением полос отно-сительно канала важную роль играет скорость воздушного потока. При увеличении ее с 6 до 10 м/с объём отложившегося песка в канале у лесополос обеих конструкций уменьшался в 26-30 раз. Вместе с поджатием воздушного потока и повышением скорости ветра подь-ёмную силу создает поперечный профиль канала, способствуя пере-носу песка в безаккумуляционном режиме. Известно, что показателя-ми эффективности профиля являются отношение ширины канала к высоте дамбы ( $l/H$ ), равное 2-6.

С увеличением расстояния между полосой ажурной конструк-ции и каналом от 1 до 3 м объём отложившегося эолового материала в канале в зависимости от скорости ветра возрастал в 1,4-4,1 раза, а с увеличением количества рядов уменьшался примерно на ту же вели-чину. Это связано с усилением тормозящего эффекта лесной полосы при увеличении числа рядов. В результате двухфазный поток терял энергию и эоловый материал выпадал из него как перед полосой и в

ней самой, так и на участке между полосой и каналом.

У продуваемых полос с увеличением числа рядов до 3, расстояния между полосой и каналом до 3 м, разреженной части до 0,3Н и скорости ветра до 10 м/с объём отложившегося песка в канале в основном уменьшается. Эта закономерность наиболее выражена у каналов с расходом воды 1 м<sup>3</sup>/с.

С уменьшением высоты участковых каналов дамбы до 1 м объём отложившегося в них песка возрастает. Это объясняется уменьшением поджатия ветрового потока.

Принцип действия лесных полос, совмещённых с каналом в выемке (расход 1 м<sup>3</sup>/с), на дефляцию и аккумуляцию эолового материала примерно аналогичен описанному выше. С увеличением скорости ветра почвозащитная эффективность приканальных полос снижается и незначительно превышает дальность их почвозащитного влияния у каналов в насыпи. Так, при скорости ветра 6 м/с почвозащитная зона составляет 23-25Н, при 8 м/с – 20-23, при 10 м/с – 17-20Н. Объём эолового материала, отложившегося в канале, возрастает с увеличением скорости воздушного потока и уменьшается с увеличением числа рядов. Под защитой продуваемых полос в канале отлагается меньше песка.

У более крупных каналов принцип распределения эолового материала остаётся примерно таким же, как и у каналов внутрихозяйственной сети. Под защитой полос обеих конструкций у каналов с расходом 5 м<sup>3</sup>/с наибольшая масса песка аккумулируется на расстоянии 5Н с наветренной и 10Н с заветренной сторон, у каналов с расходом 10 м<sup>3</sup>/с соответственно 5 и 5-7Н и у каналов с расходом 30 м<sup>3</sup>/с – 5Н с каждой стороны. У магистрального канала с двухсторонней посадкой полос из-за уплотнения профиля отложение песка с заветренной стороны начинается непосредственно за полосой, т. е. там же, где и у плотных полос. С наветренной стороны канала, защищенного полосой продуваемой конструкции, из-за повышения скорости ветра в полосе отмечается выдувание песка между полосой и каналом.

У крупных каналов перенос мелкозёма и песка через канал ограничен до минимума.

*Противодефляционное влияние системы лесных полос в натуре.* Многочисленные исследования, проведённые на полях орошения, показали, что мелкозём аккумулируется в полосах плотной конструкции в приполосной зоне, а их защитное действие распространяется до 10Н. В ажурных и продуваемых полосах зона активной защиты распространяется до 15-20Н. В системе ПЗЛП ветровая эрозия или не



проявляется, или значительно ослаблена. Такая же закономерность была отмечена и на орошаемых землях в 1969 г. во время пыльных бурь. При этом скорость ветра достигала 30 м/с, продолжительность бурь со скоростью более 25 м/с в Нижнем Поволжье была 30-70 ч, на Северном Кавказе 5-6 сут.

Исследования дефляционных процессов проведены в совхозе "Пригородный" Ростовской обл. Облесённость пашни 2,5%. Почвы – предкавказские суглинистые чернозёмы. Полив осуществлялся дождеванием. Многорядные лесные полосы 15-летнего возраста имели защитную высоту 7-12 м. В их составе тополь серый, ясень ланцетный, акация белая, абрикос, акация жёлтая и др.

Отмечено, что величина ветровой эрозии почвы находится в прямой зависимости от ширины межполосных полей, особенностей предшествовавших культур, состояния почвы и напочвенного покрова (табл. 8.12).

Таблица 8.12

**Почвозащитная эффективность лесных полос на орошаемых землях**

Характер облесённости площади	Площадь защищённой пашни, %	Выдутый слой почвы, см	Объём отложившегося мелкозёма, тыс м <sup>3</sup>	
			на 1 км лесной полосы	на 1 км канала
Незащищённые поля	0	2,5	11,2	0,9
Система лесных полос: высота полос 10-12 м межполосные поля 650-800 м	39	0,8	5,8	0,3
высота полос 8-11 м межполосные поля 250-500 м	73	0,3	1,5	0,1

В сильной степени ветровой эрозии подвергалась пересушенная почва, вспаханная под зябь, если в качестве предшествующих культур были кукуруза на силос и бобовые, в слабой – на полях с глыбистой зябью, под многолетними травами и хорошо развитой озимой пшеницей (рис. 8.8).

В плотных лесных полосах мелкозём аккумулировался перед полосой на расстоянии 1-2Н, в полосе и на расстоянии 3-4Н с заветренной стороны. Сугроб снега с мелкозёмом достигал высоты 1,5 м, причём толщина слоя мелкозёма после стаивания снега была в пределах 1-30 см. В узких лесных полосах продуваемой конструкции снег и мелкозём отлагаются в основном с заветренной стороны в шлейфе протяжностью 10Н слоем 20-30 см. Толщина слоя мелкозёма после снеготаяния не превышала в среднем 1 см (рис. 8.9).

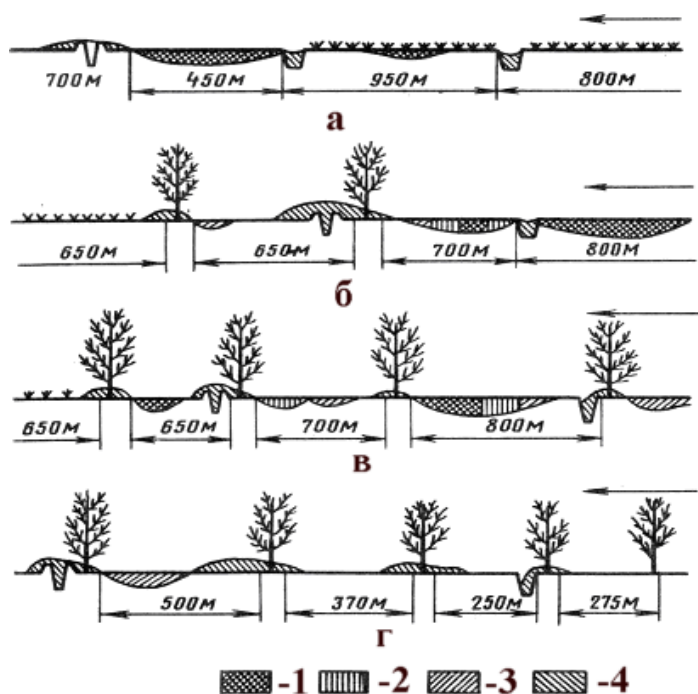


Рис. 8.8. Характер ветровой эрозии на орошаемых полях с различной степенью облесённости (с-з "Пригородный", Ростовская обл.):

1 – сильное выдувание (более 0,5 см), гребни зяби развеяны, на поле рябь, озимые выдуют пятнами; 2 – среднее выдувание (0,1-0,5 см), развеяна верхняя треть гребней зяби; 3 – слабое выдувание (менее 0,1 см), слегка развеяны вершины гребней; 4 – отложение снега с мелкозёмом; а – озимая пшеница, б – люцерна, в – яровая пшеница, г – зябь гребнистая

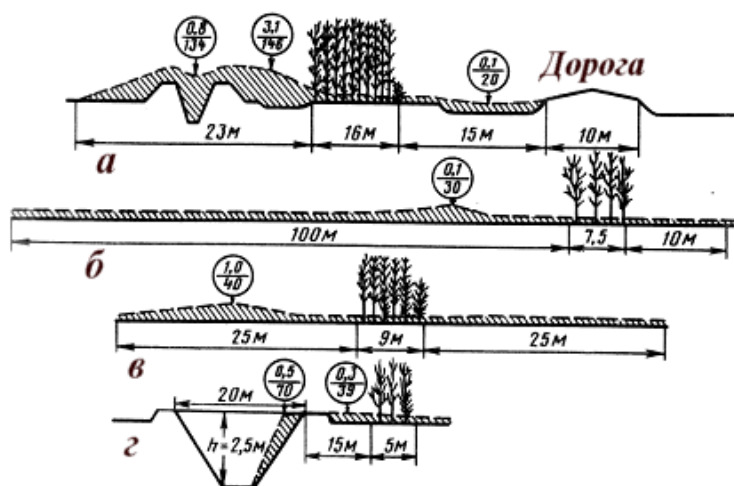


Рис. 8.9. Отложение (см) мелкозёма (числитель) и снега (знаменатель) во время пыльной бури под защитой лесных полос разных конструкций (профиль г, см. рис. 8.8):

а – плотной, б – ажурно-продуваемой, в – умеренно плотной, г – ажурной

Под защитой продуваемых полос не наблюдалось наноса снега и мелкозёма в каналах. Хорошо "работали" ажурные полосы, защищая от заносов сбросные каналы, где незначительная часть отложений наблюдалась на внутреннем откосе со стороны ветра.

### 8.2.5. Особенности микроклимата поливных полей под защитой ЗЛН. Урожайность сельхозкультур

Исследования, проведённые в степном Заволжье, показывают, что засухи снижают урожай пшеницы на поливных землях в среднем на 18% и на неорошаемых на 30% (для примера, засухой продолжительностью 30 ч снижал урожай пшеницы в фазе формирования

зерна при поливе на 24%, без полива на 53%). На поливных участках мелиоративная роль лесных полос проявляется прежде всего в ослаблении ветра и турбулентного обмена, которые оказывают существенное влияние на изменение элементов микроклимата на облесённом поле. В безлистном состоянии эффективная дальность влияния лесных полос в заветренную сторону при снижении скорости ветра не менее чем на 10% от скорости ветра на контроле (вне влияния лесополосы) составляет 15-20Н, а в облиственном 20-30Н. При этом исходная скорость ветра в зоне их влияния уменьшается соответственно в среднем на 20-25 и 25-40%, с уплотнением профиля лесной полосы – на 50%. Повышенная влажность воздуха и почвы на орошаемых участках, а в связи с этим и смягчение термической напряжённости в ряде случаев способствует увеличению дальности влияния лесных полос.

Вследствие снижения скорости ветра на защищенных полях повышается производительность дождевальных машин, так как их эффективная работа ограничивается скоростью ветра 4 м/с. Это особенно важно при использовании машин "Фрегат", "Волжанка", "Днепр", имеющих небольшую интенсивность дождя (0,3 мм/мин). На незащищённых полях потери воды у машин этого типа при скорости ветра 1,3 м/с составляют 7-12% и при 1,4-4,7 м/с – 31-38%. При этом уменьшается коэффициент эффективности полива, в частности у машины "Волжанка" при увеличении скорости ветра с 0,67 до 2,1 м/с он уменьшается на 33%. На облесённых полях испарение воды с поверхности водной струи даже при значительной интенсивности дождя резко падает. В 1979 г. в Волгоградском Заволжье под защитой 2-рядных тополёвых полос высотой 10 м испарение с водной струи на расстоянии от лесной полосы 5Н составило 8,1%, 20Н – 19,1 и на контроле 26,4%, т. е. под защитой лесных полос воды испарялось меньше в 1,5-3 раза.

В зоне 20Н испаряемость на уровне деятельной поверхности озимой пшеницы в среднем за вегетационный период на 32% была меньше, чем на контроле. Наименьшей она бывает в приполосной зоне и постепенно увеличивается с удалением от лесных полос. В Нижнем Поволжье на облесённом поле воздух в приземном слое на 3-4% оказывается влажнее, чем в степи, в Среднем Поволжье при небольшой ширине поля 220 м (15Н) и хорошем взаимодействии лесных полос – на 5-6%. Повышенная влажность воздуха после полива дождеванием сохраняется на 4-5 дней дольше, чем на поливном участке без лесных полос.

На защищённых поливных полях создаются и более благоприят-

ные термические условия для роста сельскохозяйственных растений.

Под защитой полос (в зонах 15Н и 20Н) в 1,3 и 1,5 раза больше кустистость и на 23 и 13% высота растений по сравнению с контролем, что обуславливает накопление большего (в 1,3 раза) количества органического вещества.

В связи с лучшей водообеспеченностью под защитой лесных полос отмечается повышенный расход воды пшеницей на транспирацию. У озимой пшеницы Мироновская юбилейная он составил 1799 мг/г·ч и на контроле 1211, у яровой соответственно 2398 и 2010 мг/г·ч. Под защитой лесных полос продуктивное испарение больше, чем на контроле, в среднем на 48,5% у озимой и на 19,3 % у яровой пшеницы.

Улучшение микроклимата и влагообеспеченности защищенных полей обеспечивает повышение урожая озимой пшеницы Мироновская юбилейная на 5,3 ц/га и яровой пшеницы Кальян-Сона на 3,2 ц/га при урожайности этих культур на контроле соответственно 31,6 и 35,4 ц/га.

В зимний период лесополосы задерживают и равномерно распределяют снег. Каждый гектар облесенного поля получает дополнительно 50-100 мм воды от снеготаяния, что соответствует примерно одному-двум вегетационным поливам. Снежный покров надёжно защищает озимые посевы от вымерзания. Ежегодное промачивание почвы снеговой водой способствует её рассолению на расстоянии 6-8Н в наветренную и 15-18Н в заветренную стороны. Отложение солей происходит также и в древесине. При наличии зольных элементов до 2-3% в древесине накапливается солей 0,2-0,3 кг/м<sup>3</sup> прироста. Тополь в 2-рядной полосе усваивает до 2,8 т/га и изымает из корнеобитаемого слоя почвы от 2,4 до 9,4 т/га солей. Они выносятся также с листовым опадом – до 0,5-1,0 т/км полосы, или 280-300 кг/га. Около 97% солей остаётся в почве. Под лесной полосой накопление солей происходит с глубины 3 м, а в середине поля с 1,5 м. Мигрирует в нижележащие горизонты из верхних более 36 т/га солей.

Химический состав элементов древесины зависит от степени засоления почвы. В надземной части, в частности, тополей их находилось до 83%, а в подземной (корни) 17% солей, в том числе соды 28,8-30,8%, натрия 15,5-17,4, хлора 9,4-11,6, сульфатов 2,8-3,4, азота 23,5, калия 11,8, фосфора 3,3% от их общего количества.

Таким образом, лесонасаждения, изымая часть солей и способствуя их миграции в нижние горизонты почвы, оказывают существенное влияние на ее водно-солевой режим и повышение урожая сельскохозяйственных культур: в сухостепном Заволжье озимой пше-

ницы на 11%, ячменя на 26, люцерны (сено) на 18-26 и бахчевых на 42%. При полной защищённости полей лесными полосами урожай сельскохозяйственных культур на орошаемых землях увеличивается в среднем на 16-17%, себестоимость производства продукции снижается на 10-13%, прибыль увеличивается на 56-70%, а уровень рентабельности на 13-23%. Чистый доход на каждую тысячу рублей всех капиталовложений в ирригацию с защитным лесоразведением на 15% выше, чем без защиты полей лесными полосами.

#### 8.2.6. Породный состав и схемы смешения при создании ЗЛН

ЗЛН на орошаемых землях создают из быстрорастущих, долговечных и хозяйственно-ценных пород, в наибольшей степени отвечающих назначению насаждений. Породный состав выбирают с учетом климатических факторов, характера защищаемых объектов, почвенно-грунтовых и гидрологических условий, а также их динамики в процессе эксплуатации оросительных систем. На участках с доступными ГВ лесные полосы создают из влаголюбивых пород (тополей, древовидных ив), а на менее обеспеченных влагой и при отсутствии полива вдоль каналов в выемке или с противодиффузионной облицовкой, а также вдоль участковых каналов с периодической работой и по границам орошаемых массивов – из менее влаголюбивых пород (ореха черного, лиственницы сибирской, дуба черешчатого, березы повислой, вяза приземистого, ясеня ланцетного).

Лесные полосы на орошаемых землях создают в основном из деревьев. Кустарники высаживают в опушечные ряды со стороны степи вдоль крупных каналов, проходящих по неорошаемым землям. Они защищают каналы от заноса остатками сорной растительности, песком и мелкоземом. Лесные полосы вдоль каналов внутрихозяйственной оросительной сети (участковых, хозяйственных), по границам полей и внутри них создают из главных или главных и сопутствующих деревьев, а в местах с близким залеганием пресных ГВ – из одной главной породы. Во всех других случаях лесные насаждения могут быть как чистыми, так и смешанными, имеющими в своем составе две-три древесные породы, чередуемые рядами. На рисовых оросительных системах лесные полосы создают преимущественно из тополей.

Тополевые насаждения при оптимальном увлажнении на черноземах живут до 70-80 лет, на почвах каштанового типа 60-70 лет. В Среднем Поволжье на обыкновенных черноземах 20-летний тополь

бальзамический имеет среднюю высоту 23,6 м, диаметр 39 см и запас древесины 436 м<sup>3</sup>/га. На предкавказских черноземах тополь канадский в 15 лет достигает высоты 21 м, а на рисовой оросительной системе в возрасте 22 лет 31,8 м, среднего диаметра ствола 50 см и запаса 1125 м<sup>3</sup>/га. На светло-каштановых почвах в Нижнем Поволжье насаждения тополя пирамидального (в ОПХ ВНИАЛМИ) в 25 лет имели высоту 21 м, средний диаметр 47 см.

Схемы посадки на орошаемых землях могут быть следующие: а) чистые – тополёвые, ивовые, берёзовые, вязовые, сосновые, лиственничные, ореховые; б) смешанные – тополево-берёзовые, тополёво-вязовые, тополёво-ивовые, вязово-ясенево-гледичиевые, вязово-гледичиво-белоакациевые, дубово-гледичиевые, дубово-лиственнично-ясеневые и др.

Во всех случаях внутри орошаемых полей и по их границам с поливом дождевальными машинами целесообразно высаживать деревья с пирамидальной формой кроны, позволяющие экономить ценные земли.

По границам полей севооборотов и севооборотных участков создают ажурные (особенно на площадях, подверженных дефляции) и ажурно-продуваемые (в районах со значительным снегопереносом) полосы. Вдоль каналов внутрихозяйственной оросительной сети (в насыпи) создают продуваемые полосы, вдоль магистральных каналов – плотные.

#### 8.2.7. Технология выращивания лесных полос

Эффективность выращивания ЗЛН во многом зависит от способа обработки почвы. С ухудшением условий почву обрабатывают на большую глубину и более продолжительное время.

При глубокой вспашке и орошении по сравнению с обычной лучше растут почти все древесные породы. Особенно это заметно в первые 2 года после посадки. Разница по высоте достигает у дуба 48%, вяза 38, ясеня 10, груши 34, яблони 23, смородины 25%. Общая высота 5-летних тополей при глубине вспашки 45-50 см на 0,9 м больше (12,1 м). Несколько выше и сохранность культур. Лучше развиваются корневые системы. Длина главного корня однолетнего дуба при обычной пахоте достигает 53, при глубокой 73 см.

На дерново-луговых суглинистых почвах, обработанных по системе черного пара с перепашкой на глубину 45 см и по зяблевой вспашке на ту же глубину (при 6 поливах нормой 450 м<sup>3</sup>/га), сохранность гибридного тополя (пирамидального х осокорь) в год посадки

достигает 100 и 90%, высота 207 и 159, прирост 132 и 83 см.

На легких супесчаных почвах возможны осенний плантаж и обычная зяблевая пахота. На тяжелых – хорошие результаты дает лишь обработка почвы по системе черного пара с плантажной вспашкой.

На обыкновенных черноземах обработка почвы под ЗЛН состоит из осенней вспашки под черный пар на глубину 27-30 см, летней культивации и осеннего безотвального рыхления пара с почвоуглублением до 40 см.

На южных черноземах и каштановых почвах для основной вспашки применяют плантаж на глубину 50-60 см. При сильном иссушении почвы осенью проводят первоначальную вспашку на глубину 27-30 см, а плантажную переносят на следующую осень. Как правило, в условиях орошения черный пар применяют на вновь осваиваемых землях, а на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования, – плантажную зяблевую пахоту.

Для пахоты на глубину 27-30 см используют четырех-пятикорпусный плуг в агрегате с тракторами класса 3 т, для пахоты на глубину 40 см – ППН-40 в агрегате с теми же тракторами и для пахоты на глубину 50-60 см – плуги ППН-50 и ППУ-50А в агрегате с тракторами класса 4-6 т. Для обработки паров используют навесной культиватор КПН-4Г, прицепной КПП-4 и плоскорез КПП-2,2.

При закладке лесных полос вдоль каналов на переувлажнённых участках, заросших тростником, проводят раннюю зяблевую вспашку на глубину залегания массы корневищ (15-18 см). Весной корневища вычесывают тяжелыми зубowymi боронами или культиваторами со снятыми лапами и удаляют с участка, который затем перепашивают на глубину 50-60 см. Далее следуют обработка почвы, обеспечивающая полную разделку глыб (дискование), и послойное рыхление почвы в течение лета.

*Посев и посадка.* Успех создания защитных насаждений во многом зависит от посадочного материала. На орошаемых землях в качестве посадочного материала используют сеянцы, саженцы, укорененные и неукорененные черенки. Посевом создают лесные полосы из дуба и орехов, хотя в последнее время практикуют посадку сеянцами из этих пород. Сеянцы и укорененные черенки можно высаживать на границах полей севооборотов и внутри них, а также вдоль небольших каналов и каналов, расположенных в выемке, вдоль бетонированных каналов и лотков; саженцы и неукорененные черенки – вдоль каналов, проходящих в земляном русле в насыпи и полувыемке-полунасыпи, и в другие места на полях севооборота с лучшей водообеспеченностью.

Во всех случаях обязателен полив. Как правило, в первые годы сеянцы отстают в росте от саженцев, но к 3-4 годам разница практически исчезает. Однако стоимость создания полос сеянцами ниже. Высаживают сеянцы 1-2-летние, а саженцы 2-3-летние. Лучше приживаются и сохраняются однолетние укоренные черенки. Нередко надземную часть побега обрезают до 15-25 см.

Лучшее время для закладки лесных полос – весна. Посадку проводят одновременно с севом ранних зерновых культур и заканчивают за 5-7 дней. Запаздывание ведет к резкому снижению приживаемости. Например, на обыкновенном черноземе приживаемость черенков, высаженных в середине апреля, составляет 80, а в начале мая 23%. При хорошей водообеспеченности и хранении посадочного материала на льду срок весенней посадки можно удлинить. Посадочный материал со льда в этих условиях можно использовать также для дополнения посадок в поздневесенний период с одновременным поливом. Посадка лесных полос лиственных пород возможна и осенью. Начало ее должно совпадать с массовым пожелтением листьев, а конец – с наступлением устойчивых заморозков.

Сеянцы и черенки, в том числе укоренные, сажают машинами СЛЧ-1А, СЛН-1, СЛН-2, саженцы – СПЛК-1, ЛПА-1. Эти машины используют в агрегате, смонтированном на специальном сцепе (С-18, С-11У), который оборудован двухсторонними маркерами и ящиками для сеянцев, воды и инвентаря. В ряде случаев на орошаемых землях из-за необходимости переездов через каналы и проездов по дамбам сцепку лесопосадочных машин использовать нельзя, тогда посадку выполняют одной машиной с обязательной и тщательной маркировкой. Непременное условие при закладке полос, особенно внутри поля между оросителями, – строго прямолинейное движение трактора. Для этого определяется центральная линия полосы между осями дорог с обоих концов смежных оросителей и провешивается на всем протяжении полосы.

*Режим полива лесных полос и водообеспеченность насаждений.* Высокая приживаемость и хороший рост древесных пород в лесных полосах обеспечиваются уходами за почвой и поливами.

Полив лесных полос на орошаемых землях обязателен, особенно при посадке влаголюбивых древесных пород. Однако в северной степи вдоль каналов в земляном русле и в лесостепи с удовлетворительными лесорастительными условиями лесные насаждения можно создавать без полива.

Нормы, время и число вегетационных поливов зависят от кли-



матических, почвенных, гидрологических, агротехнических факторов и биологических особенностей древесных пород. Однако во всех случаях сразу же после посадки (особенно черенков и саженцев) рекомендуется полив, который резко увеличивает приживаемость культур. Поливы лесных полос сокращают или прекращают совсем, когда корни древесных пород достигнут уровня пресных ГВ. В напряженный по термическим условиям период (июнь – июль) необходимы примерно два полива в месяц для таких пород, как дуб, ясень и вяз приземистый. Для тополевых насаждений, расходующих на транспирацию в 1,5-2 раза больше воды, число поливов в этот период соответственно увеличивается. Относительно хорошие условия роста древесных пород поддерживаются при влажности почвы не ниже 75% от НВ в первый и 60% в последующие годы.

Величину поливной нормы устанавливают с учетом мощности активного слоя почвы по формуле

$$M = 100 j h (\beta_{\text{НВ}} - \beta_0) K, \quad (8.1)$$

где  $M$  – поливная норма,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;  $j$  – объемная плотность расчетного слоя почвы,  $\text{т}/\text{м}^3$  или  $\text{г}/\text{см}^3$ ;  $h$  – глубина промачивания почвы,  $\text{м}$ ;  $\beta_{\text{НВ}}$  и  $\beta_0$  – наименьшая влагоёмкость и предполивная влажность почвы, % от массы;  $K$  – поправочный коэффициент на все виды потерь воды при дождевании (1,2-1,25) и поверхностных способах полива (1,2-1,3).

НВ изменяется в зависимости от гранулометрического состава почвы и определяется экспериментальным путем. Для песков она находится в пределах 4-6%, супесей 6-12, легких суглинков 12-18, среднесуглинистых почв 18-25 и тяжелосуглинистых 25-30%.

В засушливые годы с нижним пределом влаги (75 и 60% от НВ) межполивной период равен 30, 20 и 15 дням и во влажные 35, 25 и 20 дням, а число поливов 3-4, 4-6, 6-8.

Смыкание крон в рядах при размещении тополя и вяза 1,0x3,0 м происходит к концу второго, березы – к концу третьего года, в междурядьях соответственно на 3, 4 и 5-й год.

Величина поливной нормы для одной и той же древесной породы изменяется в зависимости от влагоёмкости почвы. С учетом природно-климатической зоны, условий года, гранулометрического состава и мощности активного слоя почвы она равна в первый год 500-600  $\text{м}^3/\text{га}$ , второй 600-800, третий и старше 800-1000  $\text{м}^3/\text{га}$ . При этом число поливов увеличивается с продвижением с севера на юг. В год посадки в степной зоне проводят 4 полива, в сухой степи 5 и в полупустыне 6, во второй год в зависимости от породного состава и условий

года соответственно 3-4, 4-5, 5-6, в третий год и далее 2-3, 3-4, 4-5.

*Применение механизмов при выращивании лесных полос.* Одной из наиболее трудоемких операций при выращивании лесных полос является уход за почвой в рядах насаждений. Здесь, как правило, при удалении сорной растительности применяется ручной труд. С помощью лесных культиваторов КРЛ-1А, КВЛ-2 может быть несколько снижена трудоемкость этого процесса. Для ухода в рядах, где высота растений не достигает 1 м, применяют ротационные лесные культиваторы КРЛ-1А с зубовыми и лопастными рабочими органами конструкции ВНИАЛМИ, где высота растений доходит до 2 м – КБЛ-1А (культиватор боковой лесной однорядный с каркасно-проволочными рабочими органами конструкции Матвеево-Курганского лесхоза), при высоте растений более 1 м можно применять КВЛ-2 (культиватор лесной с двумя автоматическими выдвижными органами конструкции ВНИАЛМИ) и КУН-4. Для ухода в междурядьях используются культиваторы КЛ-2,6, ПРВН-2,5Б и др.

Наиболее качественная культивация при поливе обеспечивается при высоте сорняков не более 5-6 см и общем количестве травостоя до 200-250 шт/ м<sup>2</sup>. Увеличение количества сорняков и их высоты до 10-12 см обуславливает необходимость повторных проходов культиватора, так как после первой культивации остается до 10% и более сорняков (35% по массе). На второй год жизни насаждения проявляется отеняющее действие крон на сорную растительность и количество сорняков в рядах по сравнению с междурядьями уменьшается в среднем на 35-44%, на третий год в 1,5 раза. Достаточное увлажнение почвы не снижает угнетающего действия сорняков на рост древесных пород и свидетельствует о необходимости проведения тщательных уходов даже в условиях орошения, особенно в первые годы. Число необходимых культиваций при глубине рыхления 5-6 см в год посадки равно 6, на третий год 4, на пятый 2. При глубине рыхления 10 см требуется на один уход меньше.

*Химические меры борьбы с сорной растительностью.* При применении на уходах за почвой только культиваторов после каждых 2-3 механических уходов требуются 2-3 дополнительные ручные прополки почвы в зоне ряда шириной 30-50 см. Поэтому при создании ЗЛН большое значение придается борьбе с сорной растительностью с помощью гербицидов, которые позволяют существенно сократить число механических уходов и прополок.

Однако при повышенной влажности почвы токсичность герби-

цидов значительно возрастает. Они проникают в почву на большую глубину, а сроки их детоксикации сокращаются. Смеси гербицидов в лесные полосы, выращиваемые при поливе дождеванием многолетних трав и кормовых культур с продолжительной вегетацией, на каштановых почвах вносят в дозе 1 кг /га симазина и 2 кг/га далапона. В насаждения на полях с зерновыми колосовыми культурами, где полив осуществляется меньшими нормами и в меньшем количестве, эти дозы могут быть увеличены, но не более чем в 1,5 раза. На обыкновенных черноземах рекомендуется смесь симазина с далапоном 2-2,5 + 4-5 кг/га д.в. при оросительных нормах 2000-3000 м<sup>3</sup>/га. Для уничтожения выросших сорняков лучшие результаты на каштановых почвах дает обработка сорняков аминной солью дозой 2 кг/га, на луговых и черноземных почвах 2-3 кг/га.

Использование химических средств при уходе в рядах однолетних лесных полос, выращиваемых с поливом дождеванием, также не исключает ручной труд.

*Комплексный способ ухода за почвой.* Наиболее эффективным способом ухода в рядах однолетних посадок является использование химических средств и культиваторов. Весной в защитные зоны рядов тракторным опрыскивателем вносят смесь симазина с далапоном (или другие гербициды) и по мере отрастания сорной растительности проводят механизированный уход: в первую половину лета культиватором КРЛ-1А с зубовыми и лопастными рабочими органами, во вторую – КБЛ-1. Качество культиваций по фону гербицидов значительно повышается.

В полосах второго года и старшего возраста все испытанные способы ухода более эффективны. При химическом уходе ежегодно проводят одно-двукратное опрыскивание в летний период аминной солью 2,4-Д дозой 2 кг/га д.в. При механическом уходе в 2-летних посадках осуществляют 1-2 культивации КБЛ-1 и 2-3 – КВЛ-2; в 3-летних 2-4, в 4-летних, а иногда и 5-летних 1-2 культивации КВЛ-2. При комплексном уходе сохранившиеся после культиваций сорняки уничтожают аминной солью, что позволяет снизить их численность в рядах на втором-четвертом году жизни насаждений в 2-3 раза.

#### 8.2.8. Рост и состояние ЗЛН

В большинстве случаев на орошаемых землях складывается благоприятные условия для выращивания насаждений благодаря поливу, фильтрационным и техническим потерям воды и близкому залеганию ГВ.

Для сравнения роста древесных пород на поливном и неполивном участках можно привести данные, полученные на каштановых почвах при глубоком залегании ГВ. При оросительной норме 4 тыс м<sup>3</sup>/га высота 11-летнего тополя черного и березы повислой была больше в 1,7 раза, вяза приземистого и ясеня ланцетного в 1,3 раза в сравнении с неполивными. Среднегодовой прирост тополя в высоту составил 1,18 м, вяза 1,06, берёзы 0,85 м. С возрастом прирост тополя и вяза несколько уменьшился, берёзы, напротив, увеличился. Засухоустойчивый вяз, судя по приросту, как и тополь, далеко не исчерпал потенциальные возможности роста при хорошей влагообеспеченности. Тополя на неорошаемом участке начинают суховершинить и частично выпадать на пятом, а береза на четвертом году роста, сохранность ее снижается до 52%. При поливе у всех древесных пород она выше 90%.

Рост древесных пород в насаждениях вдоль оросительных каналов разных типов в одинаковых почвенных условиях зависит от размера канала, продолжительности его работы, положения на местности, расстояния полосы от дамбы канала и его русла. Об этом свидетельствуют данные, полученные на светло-каштановых почвах в Нижнем Поволжье. Наиболее благоприятные условия водного питания складывались у канала, расположенного в полунасыпи. Здесь фильтрация ускорила рост в высоту тополя в первый год после посадки, у канала в выемке – на третий (соответственно на четвертый и шестой годы эксплуатации канала). Наибольший прирост у тополя в первый год был в первом ряду на расстоянии 9-10 м от русла и в 3-4 м от дамбы, на следующий год в первом и во втором, а с третьего года все три ряда полосы у канала, расположенного в полунасыпи, и оба ряда у канала в выемке были обеспечены фильтрационным увлажнением. Различия в росте тополя в зависимости от расположения рядов относительно каналов отмечались и в старшем возрасте. Насаждения лучше росли у канала, расположенного в полунасыпи, где полив требовался только в первый год жизни, а у канала в неглубокой выемке – на второй и третий. В глубокой выемке тополь суховершинил и выпадал. Здесь требуются систематический полив насаждений или посадка засухоустойчивых древесных пород.

На участках со снятым и ненарушенным при строительстве канала гумусовым горизонтом почвы при хорошей водообеспеченности превышение по высоте тополя на сравниваемых участках составило 2,5 раза и по диаметру 3,7 раза.

В отличие от приканальных насаждений, где дополнительным

источником водного питания могут служить потери от фильтрации, на полях севооборотов рост ПЗЛП в основном зависит от полива и УГВ. Роль ГВ при поливе дождеванием является определяющей при выращивании тополёвых насаждений, особенно в сухой степи. Различие в росте древесных пород в зависимости от УГВ при поливе дождеванием в зоне каштановых почв начинает проявляться с 5-летнего возраста. Это особенно выражено при выращивании полос в полевом севообороте. При доступных ГВ увеличиваются масса и объём ствола и в целом биомасса дерева.

Лучший рост тополей в Заволжье наблюдался при влажности не ниже 80%, вяза, берёзы и ясеня 70% от НВ. Орех чёрный и грецкий, акация белая и платан на Украине лучше растут при 75-80% и дуб при 70-75% от НВ.

Большинство древесных пород в условиях орошения интенсивно растут в первые 20 лет. Нарастание листовой массы у тополей длится 30-40 лет, у дуба 20-30, у акации белой и гледичии 15-20 лет.

### **8.3. Полезащитное лесоразведение на осушенных землях\***

На территории России насчитывается около 17 млн га избыточно увлажненных земель. Расположены они в основном в Северо-Западном, Центральном и Волго-Вятском районах. На данной территории испарение с поверхности меньше, чем величина выпадающих осадков, что приводит к избыточному увлажнению и заболачиванию.

Почвы на избыточно увлажненных территориях подразделяются на автоморфные и гидроморфные. На автоморфных почвах отсутствуют длительный застой воды в 1,5-метровой толще и признаки гидроморфизма. Гидроморфные почвы формируются в условиях застоя влаги и подразделяется на минеральные и органно-минеральные. В минеральных почвах выделяют и заболоченные, где слой торфа менее 30 см. Такие почвы без осушения в сельском или лесном хозяйстве использовать не представляется возможным. Примерно около 20% этих территорий без ущерба для окружающей среды можно осушить для целей сельского и лесного хозяйства.

Чтобы наметить мероприятия по осушению, необходимо знать факторы, вызывающие избыточное увлажнение. К ним относятся атмосферные осадки, поверхностные приточные, грунтовые и артезианские воды.

---

\* Материал взят из учебного пособия "Лесомелиорация орошаемых и осушенных земель" (Н. Ф. Кулик, А. М. Степанов, И. В. Ревяко). – Новочеркасск, 1994.

Зная причины, вызывающие заболачивание почв, определяют метод осушения, от которого в дальнейшем зависит организация размещения лесомелиоративных насаждений. Лесомелиоративные насаждения на осушенных торфяно-болотистых почвах предназначены для предотвращения засух, суховеев и дефляции.

Осушенные торфяно-болотистые земли включаются в полевые и лугово-пастбищные севообороты. В период обработки почвы и ухода за сельскохозяйственными культурами почва разрушается и на поверхности образуется более 50% дефляционных (размером  $\leq 1$  мм) фракций. На торфяных почвах дефляционно-опасными являются и фракции диаметром  $\leq 3$  мм. Это объясняется тем, что торфяные почвы слагаются из органогенного субстрата и удельная масса их мала. Они легче передвигаются ветром. Данные, полученные В. К. Поджаровым (1980), показывают, что регулярное трехлетнее воздействие на почву, включающее вспашку, дискование пласта, боронование, посев и уборку, формирует в ней водоподвижную фракцию ( $< 3$  мм в диаметре) – 10-19% к весу почвы в верхнем горизонте. На старопахотных землях эта категория частиц увеличивается до 75-83%. Значительная часть болотистых почв подстилается ледниковыми песками. При обработке таких участков песок выносится на поверхность и почва становится легко дефлируемой.

В борьбе с дефляцией важное место отводится ПЗЛП. На территории они размещаются с учетом максимального мелиоративного влияния. Это влияние распространяется на 30Н. Отсюда и расстояние между основными лесными полосами берется равным 30 высотам будущих посадок. Размещаются они перпендикулярно дефляционно-опасным ветрам. Отклонение от принятого расстояния и направление лесных полос может составлять не более  $30^0$ . Вспомогательные полосы располагают перпендикулярно к основным на расстоянии 1-2 км друг от друга. На стыках основных и вспомогательных полос оставляют разрывы для переезда сельскохозяйственных машин и механизмов с одного рабочего участка на другой (по 30 м). Такое размещение полос дает возможность производительно использовать машины и механизмы при выращивании сельскохозяйственных культур, надежно защищать мелиорируемые территории от неблагоприятных условий, складывающихся в засушливый и ветреный период, а также получать устойчивые урожаи.

Трассы лесных полос на осушенных землях увязывают с системой каналов и дорожной сетью, границами полей севооборотов. В первую очередь ЗЛН создают на территории с малой лесистостью (до

15%) и пестрым чередованием оторфованных и минеральных почв, а затем на всех остальных.

К лесным полосам, расположенным на осушенных торфяно-болотных и минеральных почвах, предъявляются определенные требования: лесные полосы должны занимать не более 3% сельскохозяйственных угодий, надежно защищать поля, не допускать заноса дорог и каналов снегом и мелкоземом, иметь максимальную высоту, быть биологически устойчивыми и долговечными, служить резерватом для полезной фауны, давать древесину. Конструкция и ширина лесных полос определяются местом их расположения и назначением. Разработано шесть основных типов лесных полос (В. Б. Боровский и др., 1980). Рекомендуется создание 2-3-рядных лесных полос вдоль дорог, дренажных труб и на полях севооборотов.

Специальная подготовка на освоенных торфяно-болотных почвах под посадку лесных полос не требуется. На целинных и залежных землях вспашку трассы будущей лесной полосы ведут болотно-кустарниковыми плугами типа ПКБ-56, ПБН-75, ПБН-100 и др. Вспаханную трассу хорошо разделяют тяжелыми боронами БДТ-2,2, БДН-3 и др. Вносят калийные (100-120 кг/га д.в.) и фосфорные (80-100 кг/га д.в.) удобрения тукоразбрасывателями СТН-2.8, РМИ-2, а затем зернотравяными сеялками СЗНТ-47 высевают овес или другую фуражную культуру с одновременным подсевом тимофеевки и травосмесей. Сразу после посева проводят прикатывание водоналивными катками ЗКЗБ-1,5 на тракторной тяге ДТ-75, Т-74. Мелиоративный эффект оказывает внесение навоза (40-60 т/га).

Посадку ведут весной по посеву покровной культуры без предварительной подготовки почвы, что обуславливается появлением ранней весной высокорослых сорняков с мощной корневой системой, заглушающих молодые древесные культуры. Это, в свою очередь, приводит к низкой их приживаемости и сохранности, а в отдельных случаях к гибели.

На сильно иссушенных мелкозалежных почвах подготовка заключается в нарезке борозд двухотвальным плугом ПЛК-70. Для посадки используются стандартные сеянцы и саженцы высотой 0,7-2,0 м.

Ассортимент пород для создания лесных полос в зависимости от почвенных условий приводится в табл. 8.13.

Создавая лесные полосы, можно применять посадку чистыми рядами и смешивать породы порядно. При создании лесных полос чистыми рядами тополь вводится с полевой стороны. На песчаных обнажениях и разбитых скотом песчаных почвах проводят частичное смешение

## Ассортимент пород для ЗЛН на осушенных землях

Характеристика	Древесные породы	
	основные	породы-заменители
Глубина залегания торфа более 50 см	Тополя волосистоплодный, бальзамический и канадский, осина, березы бородавчатая и пушистая, ель обыкновенная, рябина обыкновенная, смородина красная и черная, ивы пятитычинковая, козья и серая	Сосна обыкновенная, ольха черная и крушина ломкая
Глубина залегания торфа до 30 см, глинистые и суглинистые обнажения	Тополя волосистоплодный, бальзамический и канадский, береза бородавчатая, ель обыкновенная и сосна обыкновенная	Ясень обыкновенный, дуб черешчатый, липа мелколистная, клен остролистный, груша лесная, яблоня лесная, рябина обыкновенная, смородина красная и черная
Минеральные песчаные и супесчаные обнажения	Сосна обыкновенная, береза бородавчатая	Дуб черешчатый, груша лесная

сосны обыкновенной с березой (С-С-С-С-С-С-С-Б-Б) или создают чистые посадки из 8 рядов сосны, чередующихся с 2 рядами березы.

Крупные саженцы высаживают в ямки и траншеи, приготовленные ямкокопателями, ямобурами, траншеекопателями, которые применяются в зеленом строительстве и садоводстве. Во избежание выворачивания посаженных культур под действием ветра корневую шейку заделывают в почву на глубину 10 см. Для посадки сеянцев и саженцев размером 0,3-1,5 м применяют сажалки СКЛ-1 и МЛБ-1. Стандартные сеянцы высаживают лесопосадочными машинами СБН-1А, СЛН-1 и др. в агрегате с тракторами ДТ-75, Т-74, ЛХТ-55, ТДТ-5А (ТОТ-55А).

Дополнение ведут в первые три года, как правило, вручную. При этом применяют крупномерный посадочный материал. В местах массового выпадения используют лесопосадочные агрегаты.

Уход за почвой в лесных полосах заключается в уничтожении сорной растительности, рыхлении междурядий и закраек культиваторами и боронами. Уходы проводят начиная с июня и заканчивая августом через каждые двадцать-тридцать дней, а на хорошо оторфованных почвах – и чаще.

После смыкания полос необходимо проводить рубки ухода, направленные на формирование нужной конструкции по возрастным периодам и поддержание хорошего санитарного состояния насаждений.



## **9. ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ НА АРИДНЫХ ПАСТБИЩАХ**

Фитомелиорация пастбищ – комплекс мероприятий, включающих создание системы лесных насаждений и посева кормовых растений с целью повышения продуктивности, предупреждения деградации и восстановления опустыненных угодий, а также улучшения условий для выпаса и содержания животных, обеспечения комфортной среды в местах жизни и труда животноводов.

### **9.1. Фитомелиоративные характеристики и классификация пастбищ**

Всестороннюю оценку пастбищ как объекта фитомелиорации дают по ландшафтным признакам (состояние почвенно-растительного покрова, водно-солевым характеристикам и противодефляционной устойчивости почвогрунтов, наличие и видам источников дополнительного увлажнения).

Указанные условия достаточно полно учтены в разработанной ВНИАЛМИ лесомелиоративной классификации (В. И. Петров, 1985), на базе которой можно проектировать и осуществлять не только лесомелиоративные мероприятия, но и технологические процессы по улучшению и восстановлению пастбищного травостоя.

Выделены лесомелиоративные категории (ЛМК) пастбищ, различающиеся между собой по состоянию почвенного и растительного покрова:

ЛМК I – очаги опустынивания с мелко- и среднебарханными песками и сильноразвееваемыми почвами, лишенные растительного покрова, возникшие в результате чрезмерной нагрузки скотом вблизи водопоев, кошар и населенных пунктов, а также в результате распашки земель, дефлируемость  $> 200$  т/га·ч;

ЛМК II – пастбища на заросших и слабозаросших песках разных форм рельефа в разных стадиях почвообразовательного процесса, часто с разобщенными язвами дефляции; легко подвергаются опусты-

ниванию при повышенной нагрузке скотом и даже при частичной распашке земель, дефлируемость 50-200 т/га·ч;

ЛМКIII – площади с супесчаными светло-каштановыми, бурыми полупустынными и другими зональными почвами, предрасположенными к дефляции при сплошной распашке, дефлируемость 4-50 т/га·ч;

ЛМКIV – пастбища на почвах суглинистого и глинистого гранулометрического состава, практически не подвергающиеся ветровой эрозии не только при интенсивном выпасе, но и при сплошной распашке, дефлируемость менее 4 т/га·ч.

В пределах каждой ЛМК выделяют лесомелиоративные типы пастбищ (ЛМТ), разнящиеся между собой по обеспеченности лесонасаждений физиологически доступной влагой, что в аридной зоне зависит от наличия дополнительного к атмосферным осадкам увлажнения:

ЛМТa – территории с пресными (минерализация менее 1 г/л) ГВ, залегающими на глубине не более 3-4 м (песчано-галечковые отложения, однофазные крупнозернистые пески), 8-12 м (средне- и мелкозернистые пески с прослойками супеси и суглинка), 12-14 м (супеси, суглинки), если в зоне аэрации нет горизонтов, препятствующих нисходящему росту корней;

ЛМТб – местоположения с ограниченно-доступными ГВ (при равных с ЛМТa условиях их минерализация более 1 г/л); рост сомкнутых массивных насаждений на таких площадях сопровождается засолением почвогрунтов, приводящим к преждевременному их усыханию;

ЛМТв – территории с пологими склонами, ложбинами и другие площади, где возможно увлажнение за счет поверхностного стока, а также равнинные пастбища в районах с числом дней со снежным покровом не менее 80; продуктивность и долговечность фитоценозов в этих условиях зависит от количества перераспределенных осадков;

ЛМТг – все остальные разновидности пастбищных территорий, не имеющие дополнительных источников увлажнения; на этих площадях при сумме осадков менее 300-350 мм лесонасаждения лиственных древесных пород быстро изреживаются и гибнут в возрасте 7-12 лет.

## **9.2. Виды лесных насаждений, их назначение и технологии создания**

В настоящее время известны и применяются на практике пастбищезащитные лесные полосы, древесные зонты, мелиоративно-кормовые, защитно-хозяйственные, затишковые и прифермские насаждения (табл. 9.1).

Таблица 9.1

## Лесные насаждения, создаваемые на аридных пастбищах

Категория и тип пастбищ	Виды насаждений					
	пастбищезащитные лесные полосы	древесные зонты	мелиоративно-кормовые	защитно-хозяйственные	затишковые	прифермские
Ia	+	+	+	+	-	+
Iб	+	+	+	+	-	+
Iв	+	+	-	-	-	+
Iг	-	+	+	-	+	+
IIa	+	+	+	+	-	+
IIб	+	+	+	+	-	+
IIв	+	+	+	-	-	+
IIг	-	+	+	-	+	+
IIIa	+	+	+	+	-	+
IIIб	+	+	+	+	-	+
IIIв	+	+	+	-	-	+
IIIг	-	+	+	-	+	+
IVa	+	+	+	+	-	+
IVб	+	+	+	+	-	+
IVв	+	+	+	-	-	+
IVг	-	+	+	-	+	+

*Примечание.* – только в локальных местопонижениях с наличием естественных источников дополнительного увлажнения или при орошении.

## 9.2.1. Пастбищезащитные лесные полосы

Пастбищезащитные лесные полосы создают с целью улучшения микроклимата территории, повышения ее противодефляционной устойчивости и продуктивности. Они защищают животных от неблагоприятных погодных условий, создают условия для организации пастбищеоборотов и для выполнения работ по улучшению травостоя. Опавшая листва служит дополнительным кормом для животных. Полосы закладываются в виде системы с размещением друг от друга на расстоянии, кратном 15Н (ЛМК I и II) и 20-25Н (ЛМК III-IV), поперек направления эрозионно-опасных или метельных ветров.

В очагах опустынивания (ЛМК I) пастбищезащитные лесные полосы создают одновременно и по одинаковым технологиям с мелиоративно-кормовыми насаждениями.

В барханных областях мелких и средних очагов опустынивания высаживают сеянцы и саженцы деревьев и кустарников высотой 1,5-2,5 м машиной МЛБ-1, агрегируемой с тракторами класса 3, оборудованной

дованными ходоуменьшителями, без предварительной обработки почвы. Направление рядов посадки перпендикулярное направлению наиболее вредоносных эрозионно-опасных ветров (допускается периодическое отклонение до  $20^\circ$ ). Ширина междурядий 5-4 м, шаг посадки 1,5-2,0 м.

На крупнобарханных песках посадку осуществляют в конце зимы или ранней весной сразу после оттаивания почвогрунта; на мелкобарханных – допускается посадка поздней осенью, а также в зимние оттепели.

В деструктивных областях мелких и средних очагов опустынивания перед посадкой отвальными плугами пашут ленты шириной 1,0-1,5 м через 4-5 м между их осями на глубину 35-40 см поперек преобладающих эрозионно-опасных ветров. Вслед за вспашкой по осям лент машиной ЛПА-1 или ССН-1 через 1-1,5 м высаживают крупные или стандартные сеянцы (саженцы).

В барханных областях крупных молодых очагов опустынивания на участках подов между барханными цепями в июле – октябре плугами ППН-40, ППН-50 и др. через 2,5-3,0 м нарезают борозды (лентами) глубиной 30-40 см, после чего обработанную площадь засевают кияком (2-4 кг/га) или другими многолетними травами. Осенью текущего или весной следующего года между лентами борозд машиной ЛПА-1 (СЛЧ-1) высаживают крупные или стандартные сеянцы деревьев и кустарников. Ширина междурядий 5-6 м, шаг посадки 1,0-1,5 м. Допускаются периодические отклонения лесной полосы в ту или иную сторону от заданного направления на угол до  $30^\circ$  и разрывы шириной до 30-50 м в местах пересечения цепей барханов.

В деструктивных областях крупных молодых очагов опустынивания насаждения создают посадкой стандартных сеянцев машиной МПП-1 или МЛУ-1 ранней весной, осенью или зимой (в оттепели) без предварительной обработки почвы. Схема размещения растений зависит от породного состава создаваемого насаждения. Перед началом вегетации в междурядьях плугами ППН-40, ППН-50, ППУ-50А через 4-5 м напахивают борозды-валы глубиной 35-50 см.

В очагах начальной стадии опустынивания, когда эколого-морфологические области не выражены и мощность эолового наноса не превышает 20-25 см, пастбищезащитные лесные полосы создают посадкой стандартных сеянцев лесопосадочной машиной ЛПА-1 (СЛЧ-1, ССН-1) без предварительной обработки почвы и последующих уходов за ней в насаждениях.

Такую же технологию применяют при создании пастбищезащит-

ных лесных полос на подветренных зонах аккумулятивных областей и на сформировавшихся очагах опустынивания при мощности эолового наноса не более 20-25 см.

Почву под насаждения на пастбищах ЛМКII готовят в виде лент или борозд отдельно под каждый ряд. Ширина и способы обработки зависят от подверженности почвы дефляции, условий увлажнения и характера растительного покрова. Уход за почвой в полосах проводят лишь в необходимых случаях. При наличии многолетней растительности почву готовят по типу раннего пара или зяби, применяя отвальную или плоскорезную обработку на глубину 25-30 см. Как правило, полосы создают трехрядными. Посадку проводят машиной ССН-1 (СЛЧ-1А). Шаг посадки 1,0-1,5 м. При отсутствии многолетней растительности посадку проводят одновременно с обработкой почвы бороздами машинами МПП-1, МЛУ-1 (МУЛ-1), оборудованными дерноснами с шириной захвата 0,9-1,0 м в агрегате с тракторами класса 3. Уходы за почвой в рядах и закрайках проводят культиватором КЛП-2,5 в течение 1-2 лет до достижения насаждениями высоты 0,7-1,0 м.

На пастбищах ЛМКIII лесные полосы создают из трех рядов посадкой стандартных семян деревьев и кустарников машинами ССН-1 и ЛПА-1 (СЛЧ-1А) с размещением в ряду через 1,0-1,5 м и шириной междурядий 3,0 (типы *a* и *b*) – 5 м (тип *в*). Почву готовят на ширину будущих полос по системе черного пара с основной отвальной вспашкой на глубину 27-30 см и весенним безотвальным рыхлением на глубину 40 см плугом ПЛН-4-35. Посадку проводят рано весной. Уход за почвой в насаждениях осуществляют по мере необходимости до смыкания крон (4-5 лет) культиваторами КЛП-2,5, КУН-4, КРЛ-1А и др.

Почвы пастбищ ЛМКIV устойчивы к дефляции, поэтому для улучшения влагообеспеченности лесных полос в молодом возрасте их создают по паровой обработке с основной плантационной вспашкой на всю ширину будущих полос. Глыбистость, характерную для пашни на тяжелых почвах, устраняют дисковыми орудиями или кольчатыми катками. Посадку проводят машинами ССН-1, СЛЧ-1А. Остальные элементы технологии и условия создания и выращивания пастбищезащитных лесных полос аналогичны применяемым на пастбищах ЛМКIII.

### 9.2.2. Мелиоративно-кормовые насаждения

Мелиоративно-кормовые насаждения – один из главных компонентов лесопастбищ. Их выращивают на всех категориях и типах паст-

бищ для предотвращения дефляции и опустынивания территории, а также как источник дополнительного корма. Как правило, эти насаждения создают из кустарников и полукустарников, имеющих кормовую ценность и способных использовать недоступную для травянистых растений влагу. Располагают их равномерно или кулисами, занимая 10% и более от общей площади мелиорируемой территории. На площадях с комплексными зональными почвами создают мелиоративно-кормовые насаждения редкостойно-куртинного (саванного) типа, которые занимают 10-15% площади пастбищ. Чтобы сформировать трехъярусное лесопастбище, мелиоративно-кормовые насаждения создают в сочетании с пастбищезащитными полосами или вводят в них древесные породы из расчета 25-50 шт/га.

На пастбищах ЛМКІ мелиоративно-кормовые насаждения закладывают по технологиям создания пастбищезащитных лесных полос. В барханных областях мелких и средних очагов опустынивания ширина междурядий в этих насаждениях зависит от интенсивности эрозионных процессов, но не должна быть менее 4 м. Шаг посадки 1,0-1,5 м. Число посадочных мест 1,5-2,5 тыс/га.

В барханных областях крупных молодых очагов опустынивания насаждения создают на 20-50% площади по наиболее крупным (0,3-1,2 га) подовым участкам между цепями барханов. Остальная часть предназначается под самозаращение. Ширина междурядий в насаждениях 8-10 м, шаг посадки 1 м.

В деструктивных областях очагов опустынивания ряды насаждений размещают через 5-10 м, шаг посадки 1 м.

Под защитой системы насаждений в очаги опустынивания вводят травянистые растения, руководствуясь агротехническими требованиями для тех или иных культур применительно к конкретным регионам.

В деструктивных областях травы сеют по взрыхленной легкими орудиями площади на второй год после посадки насаждений, а в барханных – без подготовки почвы на 3-й (сухая степь) – 4-5-й (полупустыня, пустыня) год.

На пастбищах ЛМКІІ мелиоративно-кормовые насаждения закладывают, как правило, в виде трехрядных кулис через 15-20 м, располагая их между пастбищезащитными лесными полосами (ЛМТ<sub>а</sub>, б, в), или одиночными рядами через 10-15 м (ЛМТ<sub>г</sub>).

Почву обрабатывают в виде лент шириной 1,4-2,8 м путем зяблевой или ранневесенней вспашки на глубину 25-30 см, оставляя между ними травяной буфер шириной 1,4-2,8 м. Посадку проводят сразу по-

сле оттаивания почвы по осям лент машинами ССН-1, СЛЧ-1А, СЛН-1. Шаг посадки 1 м. На пастбищах, не имеющих многолетней растительности, насаждения создают без предварительной обработки почвы машинами МЛУ-1, МУЛ-1.

По мере необходимости культиватором КЛП-2,5 (КЛБ-1,7) проводят уходы за почвой откосов борозд поочередно вразвал – всвал, добиваясь их выполаживания в течение 1-2 лет. В конце первой – второй вегетации в трехрядных кулисах удаляют травяной буфер, в однорядных – через 3-5 лет, в начале вегетационного периода повторяют уходы седланием.

Для повышения продуктивности пастбищ с деградированным растительным покровом одновременно с лесомелиорацией (созданием пастбищезащитных лесных полос и мелиоративно-кормовых насаждений) или через 1-2 года после ее начала (на участках с примитивными почвами) осуществляют комплекс мероприятий по поверхностному и коренному их улучшению путем посева трав.

На модификациях пастбищных земель, представленных полупустынями с примитивными почвами, подсев трав проводят без предварительной обработки почвы или с обработкой ее легкими игольчатыми боронами и последующим прикатыванием посевов. Посев проводят осенью или в начале зимы сеялками СЗС-2М, СЛТ-3,6, ССТ-3, а на пастбищах с сильно пересеченным рельефом – вручную, машиной РУМ-6 или с тракторных тележек. Нормы высева житняка, прутняка, пырея и волоснеца, являющихся основными растениями-мелиорантами пастбищ, составляют соответственно 14-18, 6-10, 12-14 и 14-16 кг/га. Перед посевом семена смешивают с песком или навозом-сыпцом в объемном соотношении 1:1.

На участках с гумусированными почвами при преобладании в растительном покрове сорных и ядовитых трав проводят коренное улучшение пастбищ – распахивают дернину и высевают ценные пастбищные растения. Ширина лент 5-10 м (в зависимости от задернения почвы). Для предотвращения возможной дефляции мелиорируемых угодий ленты чередуют с нераспаханными "буферами" такой же ширины, а обработку слобозадернелых участков ведут плоскорезом. Для борьбы с нежелательной растительностью в первый год проводят подкашивание посевов, а на второй – боронование легкими боронами.

На пастбищах ЛМКШ мелиоративно-кормовые насаждения из терескена создают на пастбищах с крайне истощенным или потенциально бедным растительным покровом по технологии создания паст-

бищезащитных лесных полос или посадкой машинами МПП-1, МЧЛ-1, МЛУ-1 по лентам обработки почвы плоскорезным плугом. В районах с холодной зимой и устойчивым снежным покровом (Западная Сибирь) – также посевом окрашенных в черный цвет семян (5-10 кг/га) ранней зимой (по первому снегу) в пределах лент зяблевой вспашки. Размещают насаждения аналогично мелиоративно-кормовым насаждениям на пастбищах ЛМКII.

Поверхностное улучшение травостоя на пастбищах ЛМКIII, как правило, не дает положительных результатов, поэтому одновременно с закладкой сети пастбищезащитных лесных полос и мелиоративно-кормовых насаждений в необходимых случаях осуществляют коренное улучшение травяного яруса создаваемого лесопастбища. На сильно деградированных пастбищах посев трав проводят полосами шириной 10-12 м, а на угодьях с частично сохранившимся ценным кормовым травостоем (прутняком, полынью белой) 5-6 м, оставляя 1-2-метровые "буферы" – инсперматоры с природным травостоем. Почву обрабатывают по системе черного пара. Техника сева, нормы высева и другие операции аналогичны изложенным при фитомелиорации пастбищ ЛМКII. Состав высеваемых травосмесей зависит от обилия и состава сохранившихся трав. Наиболее перспективными видами трав-мелиорантов являются изень глинистый, житняк, полынь белая, волоснец ситниковый, пырей сизый.

Технология создания насаждений на пастбищах ЛМКIV такая же, как и для пастбищ ЛМКIII, однако в качестве основной обработки почвы применяют плантажную вспашку.

### 9.2.3. Древесные зонты

Древесные зонты служат для защиты животных от избыточной солнечной радиации, изнурительного летнего зноя, суховейных горячих ветров и облегчения терморегуляции. При подборе древесных пород используют виды (орех грецкий, орех черный, айлант, скумпия, клен ясенелистный и др.), выделяющие фитонциды и обладающие инсектицидными свойствами, такие насаждения избавляют животных от назойливых насекомых. Древесные зонты в первую очередь создаются в местах дневного отдыха животных, вблизи ферм, мест водопоя (прудов, колодцев, скважин), у водопойных площадок обводнительных и оросительных каналов и на необлесенном пастбище.

Древесные зонты можно создавать во всех зонах аридного пояса



на каштановых, светло-каштановых и бурых почвах с солонцовыми комплексами. Лучшими местами для их размещения в большинстве случаев являются небольшие понижения с темноцветными малозасоленными почвами легкого гранулометрического состава (супесь, суглинки) и хорошим водным режимом.

Древесные зонты закладывают площадью от 0,5 до 1,2 га. Их размещение зависит от конфигурации участка. При прямоугольной конфигурации отводимого участка зеленый зонт состоит из отдельных микрозонтов площадью 600-900 м<sup>2</sup>, разделенных ветровыми коридорами шириной 10-20 м. Деревья в микрозонтах размещают через 4-6 м, низкорослые деревья и кустарники – через 3-4 м. Каждый микрозонт представляет собой группу из 25-36 деревьев. Совокупность 8-16 микрозонтов составляет один зеленый зонт, в котором свободно размещают для отдыха или отару овец (700-1000 голов), или гурт рогатого скота (100-120 голов), или 4-5 тыс голов птиц.

Общая площадь зонты зависит от поголовья и вида скота, применяемой схемы посадки. В зависимости от схемы размещения деревьев в микрозонтах и ширины ветровых коридоров площадь теневого покрытия (коэффициент теневой эффективности укрытия К) в полуденное время колеблется в пределах 0,4-0,6 (40-60%) от общей площади зонты. Установлено, что для нормального размещения животных под его пологом и укрытия от прямой солнечной радиации в среднем на одну голову требуется следующая площадь: для овец 2,5-3,0 м<sup>2</sup>, для крупного рогатого скота 10-12, для телят 4-6, для ягнят 1,5-2,0, для птицы 0,2-0,3 м<sup>2</sup>.

Общую площадь под древесные зонты в зависимости от поголовья и вида животных определяют по формуле

$$S = \frac{BH + B_1H_1}{K}, \text{ м}^2,$$

где В, В<sub>1</sub> – поголовье взрослых животных и молодняка; Н, Н<sub>1</sub> – потребная площадь на одну голову взрослого животного и молодняка в возрасте одного года, м<sup>2</sup>.

На пастбищах ЛМКП почву на участке, отведенном под зонт, готовят по раннему пару или зяби путем отвальной вспашки или плоскорезной обработки на глубину 30 см лентами под каждый ряд насаждений. Создают зонты в виде 8-10-рядных лесных полос с широкими (6-8 м) междурядьями при размещении деревьев или крупных кустарников в рядах через 3-4 м. Посадку сеянцев проводят ранней весной машиной ССН-1 (СЛЧ-1А).

Уходы за почвой в рядах и закрайках проводят культиватором КЛП-2,5 в течение 1-2 лет до достижения высоты 0,7-1,0 м. В последующие 2-4 года обрабатывают только междурядья тем же культиватором со снятыми ротационными органами или культиватором КПП-2,2.

Обязательное условие для сохранения древесных зонтов в молодом возрасте – полная их изоляция изгородью на срок 3-5 лет. Эксплуатацию зонтов начинают на 4-6-й год после посадки, когда теневое покрытие почвы кронами деревьев достигает 50% и более, а высота деревьев – не менее 2,5 м.

На пастбищах ЛМКII и III почву под древесные зонты готовят осенью плантажным плугом на глубину 45-60 см. После разбивки и разметки ямокопателем КПЯ-100 готовят посадочные ямы диаметром 30 и 60 и глубиной 60-80 см и высаживают в них 1-2-летние саженцы с последующим поливом (30-50 л на 1 дерево). В первые 2 года проводят по 2-3 культивации и одну перепахку междурядий во взаимно перпендикулярных направлениях. До введения зонта в эксплуатацию уходы за почвой проводят весной и осенью, в дальнейшем междурядья перепахивают через каждые 4-5 лет.

Главными породами в аридном поясе России при создании зеленых зонтов являются вяз мелколистный, акация белая, тополь гибридный, клен ясенелистный и др.

Создавая в открытой степи древесные зонты, стремятся с их помощью изменить окружающую среду. Под микроклиматом древесных зонтов подразумевается комплекс характеристик и свойств верхнего слоя почвы, нижнего слоя атмосферы, измененных под влиянием древесной растительности. На формирование микроклимата древесных зонтов существенное влияние оказывает вид древесного растения, фазы его развития, т.е. все закономерности онтогенеза.

Вопрос о целесообразности использования древесных зонтов для летнего содержания животных можно решить, изучив динамику изменения элементов микроклимата под древесными зонами в сравнении с таковой в открытой степи, а также поведение животных в этих местах.

От количества приходящей на подстилающую поверхность солнечной энергии зависит активность процессов тепло- и влагообмена, суточный ход метеорологических элементов и их количественное изменение в приземном слое воздуха. Солнечная радиация, поступающая на деятельную поверхность земли является ведущим элементом радиационного баланса в дневные часы. Суммарная солнечная радиация, складывающаяся из величин прямой и рассеянной радиации, является ос-

новной приходной его статьей.

Наблюдения показывают (табл. 9.2), что значительная часть суммарной солнечной радиации, проникающей под полог зеленых зонтов, поглощается и отражается кронами деревьев, в результате ее интенсивность оказывается под зонтами намного ниже, чем в открытой степи. Наибольшее снижение отмечается в экстремальные периоды, т. е. в околополуденное и полуденное время (11-13 ч) при штиле и ясном небе.

Таблица 9.2

**Дневной ход суммарной солнечной радиации в открытой степи  
и под зонтом из вяза приземистого в возрасте 20 лет**

Год наблюдения	Место наблюдения	Суммарная радиация в часы наблюдения, кал/см <sup>2</sup> ·мин					
		9	11	13	15	17	средняя
1970	Зонт	0,10	0,12	0,15	0,10	0,05	0,10
	Степь	0,82	1,00	1,07	0,87	0,42	0,84
1971	Зонт	0,10	0,12	0,17	0,08	0,07	0,11
	Степь	0,91	1,09	1,17	0,92	0,43	0,90
1972	Зонт	0,11	0,14	0,18	0,10	0,07	0,12
	Степь	0,93	1,17	1,28	1,08	0,58	1,00

Остаточная коротковолновая солнечная радиация (радиационный баланс) приземного слоя воздуха зависит от суммарной солнечной радиации, проникающей к поверхности почвы, и от радиации, отражающейся от нее (Н. И. Руднев, 1951). В отдельные дни в открытой степи радиационный баланс достигал 0,72 кал/см<sup>2</sup>·мин, под пологом древесных зонтов он не превышал 0,08 кал/см<sup>2</sup>·мин. В среднем за период 1970-1972 гг. радиационный баланс под пологом зеленых зонтов был в 6,4-7 раз меньше, чем в открытой степи.

Наблюдения за радиационным балансом показывают, что интенсивность его под пологом древесных зонтов зависит от фенологического состояния древостоя (табл. 9.3). Понижение интенсивности радиационного баланса под пологом древесных зонтов в сравнении с открытой степью объясняется главным образом ослаблением поступления тепла в приземные слои воздуха под зонтом, более высокой влажностью почвы, отдающей меньше тепла, чем сухая.

Альbedo подстилающей поверхности под пологом древесных зонтов зависит от фенологического состояния древостоя. В период безлистного состояния древостоя (апрель) альbedo подстилающей поверхности под зонтами и в открытой степи почти равны, в период полного облиствления (июль – август) альbedo под зонтами на 22-24% выше, чем открытой степи.

**Изменение интенсивности радиационного баланса в течение лета**

Год наблюдения	Место наблюдения	Интенсивность радиационного баланса, кал/см <sup>2</sup> ·мин				
		апрель	май	июнь	июль	август
1970	Зонт	-	0,06	0,05	0,06	0,07
	Степь	-	0,40	0,36	0,39	0,33
1971	Зонт	0,23	0,08	0,07	0,08	0,07
	Степь	0,38	0,43	0,38	0,40	0,32
1972	Зонт	0,27	0,06	0,08	0,06	0,06
	Степь	0,45	0,42	0,39	0,43	0,40

Под зелеными зонтами отмечены минимальные скорости ветра в утренние и вечерние часы на высоте 0,25 м. Для примера, под зелеными зонтами в возрасте 20 лет уменьшение скорости ветра по сравнению с открытой степью на уровне 0,25 м в среднем составляет 1,3 м/с, на 0,5 м – 1,1 м/с, на 1,0 – 1,9 м/с.

С увеличением прихода солнечной радиации нагревание поверхности почвы увеличивается. В открытой степи в 13 ч дня наблюдается совмещение максимума прихода солнечной радиации с максимумом температуры поверхности почвы, что увеличивает тепловой эффект. Под зелеными зонтами максимум температуры поверхности почвы смещен к 15 ч (табл. 9.4). В среднем за день температура поверхности почвы под зелеными зонтами на 11,2°С ниже, чем в открытой степи. В наиболее жаркие дни в ясную тихую погоду максимальная температура в 13 ч дня на поверхности почвы под пологом зеленых зонтов достигала 30,9°С и была на 16,1°С ниже, чем в открытой степи. В ночное время температура поверхности почвы под зонтом выше, чем в степи, на 2-3°С в связи с меньшим эффективным излучением под кронами деревьев.

Таблица 9.4

**Средняя дневная температура поверхности почвы в жаркие дни 1970-1972 гг. (зонт "Богдо", Богдинская НИАГЛОС, Астраханская обл.)**

Точка наблюдения	Температура поверхности почвы в часы наблюдения, °С					
	9	11	13	15	17	средняя
Степь	36,2	43,2	47,0	41,8	36,9	41,0
Зонт	27,4	30,6	30,9	31,6	28,7	29,8

Зеленые зонты изменяют относительную влажность воздуха в приземном слое. С 9 до 17 ч под пологом зонтов она имеет два максимума: на уровне 0,25 и 1,0 м. Нижний максимум обусловлен по-

ступлением влаги из почвы, а верхний – из крон деревьев. Минимальная относительная влажность на уровне 0,5 м под зелеными зонтами отличается от нижнего яруса в среднем на 4% и от верхнего на 2%.

Зеленые зонты понижают дневную температуру приземного слоя воздуха – по абсолютным величинам под пологом зеленых зонтов она на 2,2-2,0°C ниже, чем в открытой степи. Максимальная температура приземного слоя воздуха приурочена к горизонту 0,25 м.

Изменение микроклимата под пологом зеленых зонтов положительно влияет на отдых и состояние животных. Продуктивность животных, содержащихся во время дневного отдыха под пологом зеленых зонтов, значительно возрастает. В Богдинском отделении Богдинской НИАГЛОС в среднем за три года (1970-1972 гг.) в отаре, содержащейся под защитой зеленых зонтов, сохранность ягнят и овцематок выше на 2-6 %, привес ягнят на 12-14%, овцематок на 14-16%, настриг шерсти на 10-11% по сравнению с открытой степью.

#### 9.2.4. Прифермские и прикошарные насаждения

Прифермские и прикошарные насаждения предназначены для защиты ферм, кошар, выгульных дворов, откормочных площадок и самих животных от заноса песком, мелкоземом, снегом, а также для улучшения микроклимата и санитарно-гигиенической обстановки внутри производственных секторов. Подтверждением санитарно-гигиенического значения таких насаждений может служить тот факт, что в летнее время в условиях Юго-Востока кронами деревьев в среднем задерживается до 3 кг песка и пыли на 1 м<sup>2</sup> поверхности листьев, а содержание пыли в воздухе после прохождения через насаждения уменьшается в среднем на 70%. Лучшими песко- и пылезадерживающими древесными породами являются вязы обыкновенный и приземистый, клен ясенелистный, в меньшей степени это свойственно ясению обыкновенному и акации белой.

Насаждения создают со стороны вредоносных ветров в среднем на расстоянии 30-50 м от животноводческих помещений (с двух или трех сторон) в виде полос, состоящих из 2-4 кулис шириной 10-20 м (3-5 рядов) с разрывом между ними 15-20 м. Число кулис определяют исходя из интенсивности снего- и пылезаносимости. В условиях слабой снегозаносимости (до 200 м<sup>3</sup>/м пог. фронта насаждения) проектируют две кулисы с разрывом 20 м и расстоянием до фермы 50 м; при средней (200-400 м<sup>3</sup>) – 3-4 кулисы с внутренними разрывами 20 м и расстоянием до

фермы до 50 м. Для задержания снега, песка и пыли в опушечные ряды кулис (с полевой стороны) высаживают кустарники. В наиболее тяжелых условиях на бурых засоленных почвах полосы создают из одних кустарниковых пород (лоха, тамарикса, смородины золотой, жимолости татарской и др.). Ширина междурядий 3-4 м. Расстояние между сеянцами 1-2 м. Для достижения более быстрого эффекта посадку предпочтительно проводить саженцами быстрорастущих и более устойчивых в данных условиях древесных пород (акация белая, вяз приземистый, клен ясенелистный, айлант, тополя канадский и белый и др.).

Агротехника выращивания прифермских и прикошарных насаждений на всех категориях пастбищ такая же, как и пастбищезащитных лесных полос. На пастбищах ЛМТ<sub>2</sub> их создание возможно лишь при орошении или в локальных местоположениях с дополнительным увлажнением.

#### 9.2.5. Затишковые насаждения

Затишковые насаждения создают на пастбищах и скотопрогонах для временной защиты животных в период неблагоприятной погоды. Их закладывают в местах, где из-за неудовлетворительных условий невозможно создать пастбищезащитные лесные полосы, но имеются локальные местоположения с дополнительным увлажнением, в виде пересекающихся 3-5-лучевых лент-полос или кольца шириной 20-30 м и общей площадью 1-4 га. Радиус мелиоративного влияния каждого насаждения 3-5 км. При закладке затишек следует использовать природные складки местности, ложбины, межбугровые понижения, западины с гумусированными и лучше увлажняемыми почвам. Затишки создают из наиболее засухоустойчивых пород: вяза приземистого, клена ясенелистного, лоха узколистного, смородины золотой, жимолости татарской, караганы древовидной, – а в наиболее увлажненных местах – из тополя канадского, осокоря, ивы древовидной и др. Технология закладки и выращивания затишковых насаждений такая же, как и для пастбищезащитных лесных полос ЛМКП, III и IV.

### **9.3. Ассортимент деревьев и кустарников в насаждениях на пастбищах аридной зоны**

Фитоценозы природных аридных пастбищ в аридной зоне характеризуются в настоящее время бедным флористическим составом.

Обогатить их можно подбором мелиорантов – деревьев и кустарников с многофункциональными признаками, в том числе кормовыми, лекарственными, дезинсектирующими и др.

Ассортимент пород, используемых в лесомелиорации пастбищ, обширен и различается по регионам, лесорастительным условиям и видам насаждений (табл. 9.5).

Для пастбищезащитных лесных полос, древесных зонтов и затишковых насаждений подбирают наиболее долговечные и высокорослые породы, не повреждаемые основными видами выпасаемых животных. На пастбищах крупного рогатого скота проектирование насаждений из саксаула не допустимо.

Прифермские насаждения, а также посадки вокруг и внутри животноводческих комплексов должны быть по возможности смешанными (особенно при наличии полива) и включать устойчивые в данных условиях породы, обладающими декоративными, дезодорирующими и фитонцидными свойствами. В насаждения с плодовыми породами следует вводить айлант во избежание размножения мух во время созревания плодов.

Мелиоративно-кормовые насаждения создают из поедаемых, быстрорастущих и не теряющих жизнеспособность при частом стративании видов. Кроме основных кормовых видов, вводят породы, которые в местных условиях поедаются скотом при некоторых заболеваниях или отличаются повышенным содержанием в ассимиляционных органах и побегах витаминов (облепиха, лох, смородина, хвойник шишконосный и др.).

#### **9.4. Микроклимат и продуктивность лесопастбищ**

Лесопастбище – территория с древесной, кустарниковой и травянистой растительностью, служащая для защиты животных во время выпаса от неблагоприятных погодных условий и повышения продуктивности естественного травостоя.

Исследования по рациональному использованию кормовых угодий, повышению их продуктивности и улучшению условий содержания животных проводились на лесопастбище "Бажиган" Ставропольского края и кустарниковом пастбище на Черных землях Республики Калмыкия.

Полученные данные (табл. 9.6) показали, что интенсивность суммарной солнечной радиации при ясном небе на 3-ярусном лесопастбище достигает наибольшей величины в полдень. В послеполуденное вре-

Таблица 9.5

## Растения, используемые при создании насаждений на аридных пастбищах

Категории и типы пастбищ	Растения по видам насаждений*						
	пастбищезащитные полосы	древесные зонты	мелиоративно-кормовые	защитно-хозяйственные	затишковые	прифермские	
1	2	3	4	5	6	7	
1а	Вяз приземистый, робиния, шелковица, тополь, сосна обыкновенная и крымская	Вяз, робиния, шелковица, айлант, тополь, лох, тамарикс	Джузгун, терескен, изень, тополь	Те же, что и для пастбищезащитных лесных полос	-	Вяз, робиния, шелковица, айлант, тополь, сосна обыкновенная, лох, ива кустарниковая, тамарикс, смородина, жимолость, унаби	
1б	Вяз, робиния, шелковица, тополь, лох, тамарикс	Вяз, робиния, шелковица, айлант, тополь, лох, тамарикс	Те же	Те же, что и для пастбищезащитных лесных полос, за исключением тамарикса	-	Те же, что и на типе 1а. Дополнительно клён, сосна крымская (вместо сосны обыкновенной), унаби	
1в	Вяз, робиния, шелковица, тополь, тамарикс	Те же, что и на типе 1б	Терескен, изень, карагана	-	-	Вяз, робиния, шелковица, айлант, лох, тополь, тамарикс, смородина, унаби	
1г	-	Вяз, тополь белый, тамарикс, робиния	Джузгун, терескен, полынь, лебеда	-	Те же, что и для древесных зонтов	Вяз, тополь белый, джузгун, тамарикс, смородина, клён	



Продолжение табл. 9.5

1	2	3	4	5	6	7
Па	Вяз, робиния, шелковица, айлант, груша, тополь, сосна крымская, лох	Вяз, робиния, шелковица, тополь белый, айлант, лох	Терексен, карагана, изень, польнь, унаби	Вяз, робиния, тополь белый, сосна крымская	-	Вяз, робиния, шелковица, айлант, груша, тополь белый, сосна обыкновенная и крымская, лох, ива, смородина, клён, жимолость, абрикос, унаби
Пб	Вяз, робиния, шелковица, груша, тополь, сосна обыкновенная и крымская	Вяз, робиния, шелковица, айлант, груша, клён ясенелистный, тополь белый, лох, клён	Терексен, изень, польнь, лебеда, унаби	Те же, что и для пастбищезащитных полос, за исключением груши и тамарикса	-	Те же
Пв	Вяз, робиния, тополь белый, лох, тамарикс	Вяз, робиния, айлант, клён ясенелистный, лох, клён, тамарикс	Те же	-	-	Те же
Пг	-	Вяз, робиния, айлант, лох, клён, жимолость	Те же	-	Вяз, робиния, шелковица, лох, клён, жимолость, тамарикс	Те же, дополнительно тамарикс
Ша	Вяз, робиния, шелковица, тополь белый, груша, лох	Те же, что и на типе Па, дополнительно груша	Те же	Те же, что и для пастбищезащитных полос	-	Те же, что и на типе Па, дополнительно ирга
Шб	Те же, что и на выделе Ша, дополнительно тамарикс	Те же, что и на типе Пб, дополнительно тамарикс	Те же	Те же, что и для пастбищезащитных полос, за исключением тамарикса	-	Вяз, робиния, шелковица, айлант, груша, тополь белый, клён, жимолость, алыча, ирга, унаби

Продолжение табл. 9.5

1	2	3	4	5	6	7
IIIв	Вяз, лох, робиния, шелковица, груша, тамарикс	Те же, что и для пастбищезащитных полос	Терескен, карагана, изень, полынь, смородина, унаби	-	-	Те же, что и на типе IIIб
IIIг	-	Вяз, робиния, шелковица, айлант, груша, клён ясенелистный, тополь белый, лох, тамарикс	Те же	-	Вяз, робиния, клён, тамарикс.	Те же, что и для древесных зонтов
IVа	Вяз, робиния, шелковица, тополь белый	Те же, что и на типе IIIв, дополнительно: груша, айлант	Те же, вместо изеня песчаного – изень глинистый	Те же, что и для пастбищных полос	-	Тополь белый, вяз, робиния, шелковица, груша, айлант, жимолость, унаби
IVб	Вяз, робиния, шелковица, лох, клён, тамарикс	Вяз, робиния, айлант, тополь белый, лох, груша, тамарикс, клён	Терескен, изень, полынь, лебеда, карагана, унаби	Вяз, робиния, клён	-	Те же
IVв	Вяз, робиния, лох, тамарикс, тополь белый	Вяз, робиния, шелковица, груша, клён, айлант, тамарикс	Те же, дополнительно: смородина	-	-	Те же
IVг	-	Вяз, робиния, айлант, груша, клён ясенелистный, клён, тамарикс	Те же, что и для типа IVв	-	Те же, что и для древесных зонтов	Те же

\* Видовые названия в табл. (если не указаны др.): вяз приземистый или его спонтанные гибриды с берестом, робиния псевдоакация, шелковица белая, айлант высочайший, груша лесная, клён татарский, тополь чёрный (осокорь), тамарикс ветвистый, терескен серый, лох узколистный, смородина золотая, карагана древовидная (акация жёлтая), полынь белая, лебеда серая (кок-пек), изень песчаный

Таблица 9.6

## Микроклимат на лесонасаждении "Бажиган" и в открытой степи в 1992-1995 гг.

Сроки наблюдения, ч	Лесонасаждение										Степь					
	Суммарная радиация, кал/см <sup>2</sup> мин	Радиационный баланс, кал/см <sup>2</sup> мин	Альбедо, %	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Температура поверхности почвы, °С	Скорость ветра, м/с	Суммарная радиация, кал/см <sup>2</sup> мин	Радиационный баланс, кал/см <sup>2</sup> мин	Альбедо, %	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Температура поверхности почвы, °С	Скорость ветра, м/с		
	<i>Зима</i>															
9	0,13	0,05	50	-3,2	-	-3,0	2,3	0,15	0,05	60	-4,8	-	-3,7	3,7		
11	0,39	0,13	29	-2,9	-	-1,4	1,1	0,42	0,12	33	-3,2	-	-1,7	1,6		
13	0,43	0,20	42	-1,8	-	-0,6	1,1	0,48	0,19	46	-2,4	-	-1,0	1,5		
15	0,18	0,09	45	-2,0	-	-1,1	1,2	0,26	0,09	47	-2,6	-	-1,5	1,5		
17	0,04	0,00	50	-2,2	-	-1,6	1,8	0,07	0,00	43	-2,8	-	-2,0	2,6		
Средние	0,23	0,10	43	-2,5	-	-1,5	1,5	0,28	0,09	46	-3,1	-	-2,0	2,2		
	<i>Весна</i>															
9	0,70	0,28	23	12,0	50	13,5	0,7	0,88	0,34	22	11,7	57	17,1	2,1		
11	1,03	0,45	21	14,4	33	25,0	1,6	1,24	0,45	20	13,5	37	25,1	3,2		
13	1,21	0,60	22	15,2	29	27,2	1,8	1,41	0,70	19	15,6	34	27,7	3,4		
15	1,01	0,43	22	16,1	27	30,9	1,4	1,24	0,50	20	15,0	32	26,2	3,1		
17	0,62	0,20	24	15,1	27	23,8	1,6	0,82	0,32	24	14,3	33	20,5	3,6		
Средние	0,91	0,39	22	14,6	33	23,8	1,4	1,12	0,46	21	14,0	38	23,3	3,1		
	<i>Лето</i>															
9	0,24	0,07	27	22,8	71	24,1	1,4	0,80	0,40	19	24,6	66	27,2	3,6		
11	0,35	0,18	27	27,8	47	31,3	0,6	1,10	0,71	18	29,6	41	47,7	1,1		
13	0,53	0,28	28	29,6	40	33,3	1,3	1,29	0,77	17	32,4	32	51,8	3,6		
15	0,42	0,22	28	29,2	38	35,0	2,2	1,01	0,49	18	30,8	32	42,7	5,0		
17	0,13	0,05	31	28,4	41	32,0	0,4	0,50	0,21	18	29,6	40	38,2	2,5		
Средние	0,33	0,16	28	27,6	47	31,1	1,2	0,94	0,52	18	29,4	42	41,5	3,1		

мя с уменьшением высоты солнца над горизонтом она ослабевает, значительная ее часть под пологом лесопастбища поглощается и отражается кронами деревьев.

Приход суммарной солнечной радиации, определяющей в основном тепловой режим территории, под древесный полог лесопастбища "Бажиган" зимой и весной в 1,2 раза, а летом в 2,8 раза меньше, чем в открытой степи.

Альbedo различных видов подстилающих поверхностей неодинаково: на лесопастбище в летнее время оно в 1,5-2 раза выше, чем на природном.

Температура поверхности почвы зимой на лесопастбище на 0,3-0,6°C выше, а летом на 10-20°C ниже, чем на природном; соответственно на 0,6 и на 1,0°C выше и температура приземного слоя воздуха. Под кронами деревьев резко снижается и скорость ветра.

В 2-ярусных кустарниковых лесопастбищах на Черных землях, как и в 3-ярусных экосистемах с саванным и куртинным древесным пологом, складывается благоприятный, более теплый, чем на контроле, микроклимат ранней весной, зимой и осенью. Так, в феврале, когда средняя дневная температура поверхности почвы на природном пастбище была – 4,8°C, под пологом кустарников она составляла 0,8°C. В почасовые сроки наблюдений различия были еще более значительны: в 11, 13, 15 ч на лесопастбище до 3,0; 5,5 и 3,4°C, в то время как на природном соответственно –3,0; 2,5 и 4,2°C. Однако летом из-за отсутствия древесного яруса микроклимат кустарникового пастбища менее благоприятен для животных, чем природного.

Следовательно, в процессе проектирования фитомелиоративных мероприятий необходимо предусматривать сезонность использования лесопастбищных экосистем с учетом прогнозируемой агрометеорологической обстановки, отдавая предпочтение 2-ярусным конструкциям в районах осенне-зимне-весеннего пастбищного содержания овец и 3-ярусным – в местах всесезонного выпаса.

Благоприятный микроклимат на лесопастбище облегчает терморегуляцию организма животных: температура тела у овец снижается с 40,4-41,0 до 38,8-40,0°C, частота дыхания с 34-62 до 28-35.

Лесопастбище "Бажиган" представлено травами, кустарниками и деревьями. На нем произрастают 35 видов хорошо поедаемых трав (прутняк, житняк, солодка, люцерна, полынь Лерха и др.). Для рационального использования лесопастбища разработан и освоен трехпольный трехгодовой пастбищеоборот, где каждое поле используется один

раз в году: в первый год – соответственно 1, 2 и 3-е поля – весна, лето, осень; во второй – лето, осень, весна; на третий – осень, весна, лето.

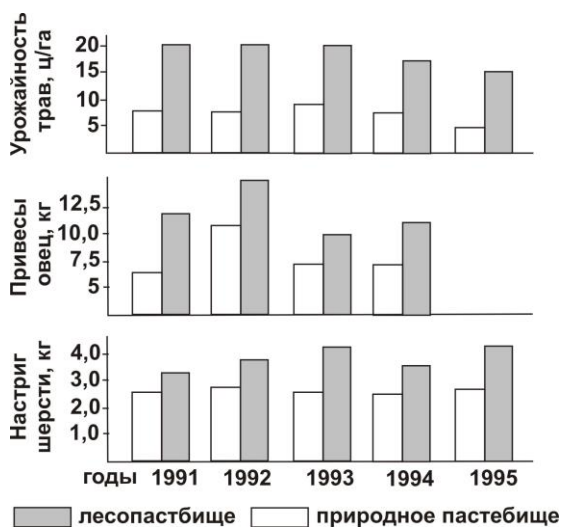


Рис. 9.1. Эффективность лесопастбищного природопользования

Использование такого пастбищеоборота не только сохраняет, но и увеличивает продукционную способность лесопастбища. Так, средняя урожайность корма до введения пастбищеоборота составляла 6-8 ц/га, а с введением трехгодного трехпольного пастбищеоборота в отдельные годы она достигает 20 ц/га и более. Выявлено также, что при этом в десятки раз снижается содержание токсичных элементов в кормовых растениях. Все это адекватно отражается на продуктивности овец (рис. 9.1).

### 9.5. Лесохозяйственные мероприятия повышения устойчивости и долговечности насаждений на пастбищах

В тяжелейших почвенно-климатических условиях сухой степи и полупустыни продолжительность жизни лесных насаждений сравнительно небольшая. К настоящему времени часть их достигла естественной спелости и начинает суховершинить, усыхать, утрачивая лесомелиоративные функции. Для нормального функционирования лесных насаждений на пастбищах, поддержания их в жизнеспособном состоянии требуется выполнение ряда мероприятий лесоводственного, агротехнического и лесозащитного характера.

В пастбищезащитных лесных полосах и затишковых насаждениях из деревьев и кустарников в начале массовой суховершинности проводят лесовозобновительные рубки в один прием в осенне-зимнее время. В наиболее жестких лесорастительных условиях в первые 2-4 года после лесовозобновительной рубки в междурядьях ежегодно проводят 1-2-кратное дискование в течение вегетационного периода и осеннюю перепашку на глубину 20-22 см, не допуская поломок поросли агрегатом. В конце указанного периода ограничиваются однократным дискованием. Поросль деревьев и кустарников охраняют от по-

трав скотом до достижения побегами высоты не менее 1,5 м (2-3 года). В связи с этим лесовозобновительные рубки проводят поочередно на выпасных участках отары (гурта) или на части территории с учетом возможности временного вывода скота. К этому времени должны быть приурочены работы по улучшению травяного покрова.

Усыхающие насаждения, не способные выполнять свои функции и дать высокорослое порослевое поколение, реконструируют в мелиоративно-кормовые насаждения. Для этого проводят сплошную рубку, удаляют срубленную древесину, 1-2 раза обрабатывают почву в междурядьях и охраняют поросль от потрав скотом в течение первого вегетационного периода.

Для мелиоративно-кормовых насаждений требуется периодическое (через 2-3 года) омолаживание путем срезания растений кусторезами (Секор-3, Секор-4, КОМ-2,3, МСК-1).

В зеленых зонтах, утративших мелиоративные функции, проводят лесовозобновительные рубки с оставлением высоких пней (выше 2 м). Наблюдениями установлено, что на 100% укороченных стволов равномерно по всей их высоте появляется поросль. К концу четвертого вегетационного периода на срубленных пнях высотой 5-7 см поросль после стравливания животными не будет превышать 2 см. При обновлении кроны деревьев в зеленых зонтах на высоте 2,5-3,0 м побеги достигают 2,9-3,0 м, скотом не повреждаются и образуют шарообразную форму.

В результате проведения лесохозяйственных мероприятий повышается долговечность насаждений, что способствует увеличению продуктивности животноводства в аридных зонах РФ и снижению стоимости получаемой продукции.

## 10. ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЛОСЫ – ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Первые опыты создания лесных насаждений в степях России были предприняты дальновидными землевладельцами в начале XIX в. И. Я. Данилевским, В. П. Скаржинским и др.

Исторически сложилось так, что в течение полувека с момента организации первых степных лесничеств (Велико-Анадольского, Бердянского и др.) основной формой создаваемых лесонасаждений были массивы. Многие рукотворные степные массивы в виде порослевых генераций разного порядка сохранились до нынешних дней и представляют неопределимый научный интерес.

Накопив огромный собственный опыт в степном лесоразведении, В. П. Скаржинский (1868) предложил оригинальную концепцию лесоразведения, которая заключалась в создании лесополос по водоразделам между реками и балками от Черного моря на протяжении 150-200 верст в качестве препятствия для южных и восточных ветров, а через каждые 20-30 верст – поперечных лесополос. Таким образом, степь покрывалась крупными клетками, обрамленными лесонасаждениями.

Идея создания степных водораздельных лесных насаждений в дальнейшем была развита известным русским лесоводом Н. К. Генко. Обосновывая роль таких насаждений, он писал: "В тех степях, которые подвержены губительному влиянию суховея, полосы должны быть расположены (в виде заслонов) по возможности перпендикулярно к господствующему направлению означенных ветров, причем можно, конечно, надеяться на защиту большей сравнительно площади прилегающих к лесным полосам полей от губительного влияния суховея" (1896). Кроме того, он указывал, что водораздельные лесополосы обеспечат значительное накопление снега, медленное его таяние и благодаря этому – поглощение талой воды почвой. Отсутствие преграды в виде лесополос приводит, как он отмечал, к тому, что "зимняя влага пропадает ... без надлежащей пользы для степей, а потоки снеговой воды приносят между тем существенный вред, образуя промоины и новые овраги и

уменьшая площадь производительных земель". Н. К. Генко предполагал также, что за счет значительного накопления снега под пологом этих насаждений возможен подъем ГВ (что впоследствии и подтвердилось). И, наконец, водораздельные лесонасаждения будут служить источником древесины в безлесном крае.

Таким образом, Н. К. Генко придавал этим полосам комплексное ветрозащитное, водорегулирующее, противоэрозионное и хозяйственное значение. Исходя из этих предпосылок, он создавал полосы, во-первых, очень широкими (200-300 саженей), а во-вторых, располагал их по гребням водоразделов (сыртов). По сути дела, полосы такой ширины представляют собой своеобразные массивы вытянутой формы. В течение 20 лет планировалось создать в степях удельного ведомства 33920 десятин лесополос (главным образом водораздельных) в нескольких южных губерниях России.

Развитие степного лесоразведения в России проходило "с чистого листа" и шло методом "проб и ошибок". К началу создания водораздельных лесополос был уже накоплен определенный опыт, который использовал Н. К. Генко при разработке специальной инструкции. В ней был детально изложен весь комплекс работ, начиная от отграничения лесополос в природе и окопки их канавами для предотвращения от потравы скотом. Были даны указания по обработке почвы, сбору семян, посадке, агротехническому уходу, рубкам ухода. Все объекты были распределены по лесокультурным участкам. На каждом участке предусматривалось строительство жилых и хозяйственных построек, закладка питомника.

Полосы создавали ломаными лентами общей длиной до 25 км. Ассортимент пород состоял из вяза обыкновенного, береста, березы повислой, сосны обыкновенной, дуба черешчатого, ясеня обыкновенного, клена остролистного. Расстояние между рядами составляло 1,4 м. Применяли донской тип культур, а позднее – нормальный. К сожалению, полностью завершить этот проект не удалось. Но и то, что сделано, впечатляет. За период 1886-1904 гг. создано свыше 15 тыс га рукотворных лесов на территории нынешних Волгоградской, Саратовской, Самарской обл. и Ставропольского края. Для того времени создание лесонасаждений в открытой степи на такой площади было огромным достижением не только для России, но и в целом для мировой практики. В настоящее время водораздельные лесополосы Н. К. Генко на значительной площади сохранились и представлены первым, вторым и даже третьим порослевыми поколениями. Также, как и массивные



насаждения XIX в., они представляют большой научный интерес.

Обширный опыт степного лесоразведения, накопленный сначала при создании лесных массивов, а позднее – и водораздельных лесополос, дал основание известному ученому и практику Н. Н. Степанову писать о том, что "... едва ли не все лесокультурные приемы были выработаны именно степным лесоразведением и отсюда разошлись с теми или иными видоизменениями по естественным лесам обширной русской равнины. Мы едва ли ошибемся, если будем утверждать, что степное лесоразведение – колыбель лесокультурного дела в России" (1949).

Поддерживал идею облесения водоразделов теоретик и пропагандист травопольной системы земледелия акад. В. Р. Вильямс. Он считал облесение водоразделов (в том числе и массивами) и создание ветроупорных опушек важнейшими составными элементами этой системы. Он утверждал, что это позволит "... обеспечить овладение водным и ветровым режимом страны" (1936).

Справедливости ради нужно отметить, что противником создания массивных и широкополосных насаждений в степи был акад. Г. Н. Высоцкий, основоположник науки о степном лесоразведении. В обоснование своей позиции он приводил два основных аргумента: иссушающее влияние на почву таких насаждений, потери сельскохозяйственной продукции от сокращения площади пахотных земель. Что касается первого аргумента, то анализ последующих многочисленных гидрологических исследований не дает оснований однозначно говорить об иссушающем влиянии широкополосных и массивных насаждений. В отношении второго аргумента можно сказать, что общая площадь таких насаждений по отношению к площади пахотных земель ничтожна. Как отмечал В. Р. Вильямс, положительная роль водораздельных лесонасаждений важнее потерь от недобора урожая на площади, занятой лесом.

К идее создания широких водораздельных лесополос и массивных лесонасаждений в аридной зоне вернулись в конце сороковых годов прошлого столетия. В октябре 1948 г. был принят грандиозный по масштабам комплексный план работ по улучшению сельскохозяйственного производства в засушливых степных и лесостепных районах (План преобразования природы). Впервые в перечне ЗЛН были выделены государственные защитные лесные полосы. Предусматривалось создать восемь таких полос, четыре должны были пройти по водоразделам и четыре – по берегам рек Волги, Дона, Урала, Северского Донца.

Трассы водораздельных полос прокладывались по самым высоким точкам рельефа. В отличие от лесополос Н. К. Генко водораздельные гослесополосы состояли не из одной очень широкой полосы, а из нескольких более узких полос-лент. Приречные гослесополосы проектировались по коренным берегам, на второй террасе или по прирусловому валу и возвышенным местам пойм.

В дополнение к Плану 1948 г. в июне 1949 г. было принято постановление правительства о создании в Астраханской, Волгоградской и Ростовской обл. массивных лесонасаждений с главной породой дубом черешчатым, которые получили название "дубравы промышленного значения". За период 1950-1955 гг. планировалось создать 407 тыс га таких дубрав. Оценивая этот проект, известный организатор лесного хозяйства В. Я. Колданов писал: "... по новизне дела, по масштабам производства и агротехнической сложности ни одно начинание, предпринимавшееся лесным хозяйством по защитному лесоразведению, несравнимо с заданием по созданию дубовых лесов. Беспокоила необыкновенно пестрая мозаика почвенных условий, на изучение которых требовалось время ..." (1967).

Соглашаясь с В. Я. Колдановым в целом с оценкой этого проекта, нужно отметить, что выбор региона работ для создания массивных дубрав, которые должны иметь промышленное значение, был явно недостаточно обоснованным. Есть основание полагать, что идея создания массивных дубрав в этом регионе преследовала и другие цели, в частности оборонного характера.

С целью выполнения Плана, особенно в части создания гослесополос и массивных дубрав, были предприняты беспрецедентные организационные меры. Для выбора и отвода земель под насаждения, разработки проектов их создания было организовано специальное проектно-изыскательское объединение Агролеспроект, в составе которого действовало около двадцати хорошо оснащенных экспедиций. Непосредственное выполнение работ по созданию ЗЛН возлагалось в основном на новый тип предприятий – лесозащитные станции (ЛЗС). В течение 2-3 лет было организовано около 200 ЛЗС. Уровень их технической и профессиональной оснащенности был значительно выше, чем в лесхозах.

С целью научного обоснования оценки лесорастительных условий и принципиальных вопросов агротехники выращивания лесонасаждений в аридных условиях была организована комплексная научная экспедиция Академии наук СССР. К сожалению эта экспедиция и проектно-изыскательские экспедиции Агролеспроекта работали одно-

временно, поэтому научное обоснование проектных решений часто запаздывало. С другой стороны, из-за чрезвычайно высоких темпов создания насаждений, когда ежегодные площади создания культур доходили до 2000 га на одну ЛЗС, не всегда успевали и проектные материалы.

Всего за четыре года (1949-1953) было заложено 2,1 млн га различных видов лесонасаждений, что составляло несколько больше трех объемов работ, предусмотренных Планом. Но, несмотря на то, что созданная для выполнения Плана производственная система была хорошо отлажена и готова к продолжению работ, весной 1953 г. Министерством сельского хозяйства, в ведении которого в то время находилось лесное хозяйство, было принято неожиданное решение о прекращении работ по созданию гослесополос, массивных дубрав, насаждений на песках, оврагах и балках. Колхозам и совхозам возвращали земли, отведенные под гослесополосы и массивные дубравы. За этим последовали перепашка только что созданных культур или в лучшем случае выпас скота на них.

Хотя уже 1 августа того же года было принято постановление правительства о возобновлении ухода за созданными насаждениями, но последствия непродуманного решения о прекращении работ и возвращении земель колхозам и совхозам не замедлили сказаться; насаждениям был нанесен огромный урон. По данным осенней инвентаризации 1953 г., были списаны и подлежали лесовосстановлению культуры в гослесополосах и массивных дубравах на 51% площади. Значительная часть сохранившихся насаждений находилась в неудовлетворительном состоянии.

Восстановление и уход за насаждениями значительно осложнились в связи с проведенной реорганизацией системы. Вместо ранее действовавших 200 хорошо оснащенных ЛЗС было создано 73 так называемых механизированных лесхозов, которым досталось лишь 13% имевшихся в ЛЗС тракторов. Несмотря на возникшие трудности, работы по восстановлению погибших насаждений и доведению параметров гослесополос до проектных показателей продолжались.

Уже в 1956-1958 гг. были закончены работы по созданию гослесополос Камышин – Волгоград, Белгород – Дон, Воронеж – Ростов-на-Дону. В течение 60-х годов были приняты в эксплуатацию полосы Волгоград – Элиста – Черкесск, Гора Вишневая – Каспийское море, а в 1972-1973 гг. Чапаевск – Владимировка и Саратов – Астрахань. В конце 50-х и в 60-х годах в европейской и азиатской частях СССР на

основании отдельных решений были созданы новые гослесополосы. Назначение этих полос состояло в защите и повышении продуктивности сельскохозяйственных угодий, защите от снежных заносов и пыльных бурь важнейших автодорог.

В соответствии с проектами, разработанными институтом Агролеспроект структура гослесополос была различной – от одиночных лент шириной 30-100 м до 3-4 лент шириной по 60 м с межленточными промежутками чаще всего шириной 300 м.

В процессе создания гослесополос вносились коррективы в структуру и расположение некоторых из них. Так, левобережная лента полосы Саратов – Астрахань в первоначальном варианте проектировалась, как и правобережная, шириной 100 м. Однако в связи с образованием Волгоградского водохранилища трасса левобережной ленты была перенесена из затопляемой зоны и приурочена к автодороге Волгоград – Энгельс. Гослесополоса Волгоград – Элиста – Черкесск на территории Республики Калмыкия, где после временного прекращения уходов в 1953 г. почти все созданные культуры погибли, в соответствии с новым проектом была приурочена к трассе автодороги Элиста – Волгоград.

Современная характеристика всех гослесополос, созданных по Постановлению правительства от 20 октября 1948 г. в европейской и азиатской частях России, следующая.

#### *1. Водораздельные лесополосы:*

Камышин – Волгоград. Расположена в сухостепной зоне Волгоградской обл. Проходит от Камышина на юго-запад по водоразделу рек Волги и Иловли в южной части Приволжской возвышенности. Состоит из трех лент шириной по 60 м с межленточными промежутками шириной 300 м. Протяженность 297 км.

Волгоград – Элиста – Черкесск. Начинается вблизи окончания полосы Камышин – Волгоград и идет на юго-запад по Волгоградской обл., Республике Калмыкия, Ставропольскому краю, Карачаево-Черкесской Республике. Пересекает три природных зоны – степь, сухую степь и полупустыню. На большей части состоит из 4 лент шириной по 60 м с 300-метровыми межленточными пространствами, в Калмыкии – из двух лент шириной по 120 м, расположенных вдоль автодороги Волгоград – Элиста. Протяженность 615 км.

Пенза – Каменск. Пересекает Пензенскую, Саратовскую, Волгоградскую, Ростовскую обл. От Пензы идет на юго-запад и поворачивает на запад близ г. Даниловка Волгоградской обл. Проходит по водо-

разделам Хопра, Медведицы и некоторых мелких рек и оканчивается у левого берега реки Северский Донец. Начинаясь в лесостепной зоне, полоса оканчивается в степной. Состоит из трех лент шириной по 60 м с межленточными промежутками 300 м. Протяженность 822 км.

Чапаевск – Владимировка. Расположена в Заволжье Самарской и Саратовской обл., в пределах степной и сухостепной зон. Направление трассы полосы – с запада на восток. Состоит из четырех лент шириной по 60 м с 300-метровыми межленточными пространствами. Протяженность 513 км.

## *2. Приречные лесополосы.*

Саратов – Астрахань. Расположена в Саратовской, Волгоградской, Астраханской обл. На большей части протяженности проходит 100-метровой лентой по обоим берегам Волги. В левобережной части на отрезке Волгоград – Энгельс проходит вдоль автодороги двумя 50-метровыми лентами. Пересекает три природные зоны – степную, сухостепную и полупустынную. В правобережье Волги (Саратовская обл. и северная часть Волгоградской обл.) проходит по естественным лесам. Общая протяженность 1356 км.

Гора Вишневая – Каспийское море. Расположена в России и Казахстане. Российская часть полосы находится целиком в Оренбургской обл. Полоса проходит по обоим берегам реки Урала тремя лентами шириной по 60 м с межленточными промежутками 100-200 м. От горы Вишневой трасса полосы направлена на северо-запад, а от г. Уральска – на юг до Каспийского моря. Расположена в трех природных зонах – степной, сухостепной и полупустынной, в пределах России – в степной и сухостепной. Протяженность полосы в России 920 км.

Воронеж – Ростов-на-Дону. Расположена в Воронежской, Волгоградской и Ростовской обл. От Воронежа до Цимлянского водохранилища направлена по линии север – юг, затем поворачивает на запад. Начинаясь в южной части лесостепной зоны полоса проходит далее по степной и сухостепной зонам. Состоит из одной 60-метровой ленты по обоим берегам Дона. Протяженность 1074 км.

Белгород – река Дон. Расположена на небольшом отрезке в пределах Белгородской обл. (лесостепь). Далее проходит по Луганской и Донецкой обл. Украины, заканчиваясь в Ростовской обл. (степная зона). Полоса представлена одной лентой шириной 30 м по обоим берегам реки Северский Донец. Протяженность в пределах России 393 км.

В настоящее время общая площадь всех гослесополос составляет 127 тыс га, а протяженность свыше 10 тыс км. Более 80% площади

лесополос и 86% их протяженности приходится на европейскую часть России (табл. 10.1). Почти половина общей площади гослесополос (46%) и более половины покрытых лесной растительностью земель (51%) сосредоточены в трех областях – Волгоградской, Саратовской и Оренбургской.

Таблица 10.1

**Распределение площади гослесополос по категориям земель (по данным учета лесного фонда на 2003 г.)**

Субъект Федерации	Общая площадь, тыс га	Лесные земли			Фонд лесовосстановления		Нелесные земли	
		все-го, тыс га	из них покрытые лесной растительностью		тыс га	%	все-го, тыс га	% от общей площади земель
			тыс га	%				
Саратовская обл.	19,1	17,3	17,1	98,8	0,2	1,20	1,80	9,4
Волгоградская обл.	21,3	19,4	18,2	93,8	1,0	5,20	1,90	8,9
Оренбургская обл.	18,5	15,1	14,1	93,4	0,7	4,60	3,40	18,4
Ростовская обл.	9,2	8,6	8,5	98,8	0,1	1,20	0,60	6,5
Ставропольский край	6,8	6,3	6,1	96,8	0,2	3,20	0,50	7,3
Воронежская обл.	3,9	3,5	3,3	94,3	0,2	5,70	0,40	10,3
Самарская обл.	2,5	2,2	2,2	100,0	0	0	0,40	16,0
*Астраханская обл.	3,4	1,8	1,3	72,2	0,3	16,70	1,60	47,1
Республика Калмыкия	8,4	6,2	2,2	35,5	4,0	64,55	2,20	26,2
Пензенская обл.	1,6	1,5	1,5	100,0	0	0	0,03	1,9
Липецкая обл.	1,9	1,7	1,6	94,1	0,1	5,90	0,20	10,5
Челябинская обл.	1,7	1,7	1,3	76,4	0,4	23,50	Не выделены	
Республика Татарстан	4,4	4,0	3,1	77,5	0,9	22,50	0,40	9,1
Омская обл.	6,1	4,2	4,0	95,2	0,2	4,80	1,90	31,1
Новосибирская обл.	5,2	4,1	3,8	92,7	0,3	7,30	1,10	21,1
*Алтайский край	12,8	11,2	7,8	69,6	3,3	29,50	1,60	12,5
Карачаево-Черкесская Республика	0,7	0,7	0,7	100,0	0	0	Не выделены	

\* По покрытым лесной растительностью землям этих субъектов Федерации приведены показатели, уточненные институтом Росгипролес.

Одним из показателей успешности создания гослесополос, который вместе с тем отражает и влияние почвенно-климатических условий, является отношение площади покрытых лесной растительностью земель к площади лесных земель. В большинстве субъектов Федерации, расположенных в европейской части России, даже с пре-

обладанием по площади сухой степи этот показатель превышает 90%. А в тех субъектах Федерации, где лесополосы расположены в пределах лесостепной и степной зон (Пензенская, Самарская обл., Карачаево-Черкесская Республика), все лесные земли заняты насаждениями. Значительно ниже уровень покрытия древесно-кустарниковой растительностью лесных земель региона с преобладанием полупустыни (Астраханская обл., Калмыкия). Недостаточно высок этот показатель и в ряде регионов Урала и Сибири, где гослесополосы создавали по отдельным решениям в конце пятидесятых и в шестидесятых годах.

Нелесные земли лесного фонда составляют 14% общей площади гослесополос. Из них около 20% различные сельскохозяйственные угодья (пашня, сенокосы, пастбища). Но основная площадь земель этой категории не используется. Это земли, не пригодные по почвенным условиям для выращивания не только древесных насаждений, но и кустарников, – солонцы, почвы с высоким содержанием токсичных солей, с близким залеганием корннепроницаемых экранов и др. К нелесным землям отнесены и пески, площадь которых составляет около 7%.

Местами гослесополосы пересекают участки естественных лесов, которые включены в состав лесопокрытых земель гослесополос. Наибольшая площадь естественных лесов в европейской части находится в Саратовской обл. (544 га), что составляет 3,2% от всей лесопокрытой площади гослесополос. В азиатской части (Новосибирская обл.) естественные леса занимают 17% лесопокрытой площади, в Омской обл. 3%, в Алтайском крае 2%. В полупустынной зоне (Астраханская обл.) 6% лесопокрытой площади составляют естественные заросли тамарикса.

К началу реализации Плана, несмотря на столетний опыт степного лесоразведения в России, многие аспекты агротехники выращивания лесонасаждений в условиях дефицита влаги и солонцеватости почв были еще недостаточно разработаны. Это относится к способам обработки почвы, ассортименту древесных и кустарниковых пород и их взаимному размещению на площади, густоте культур, режиму ухода.

Необходимо также иметь в виду, что по сравнению со второй половиной XIX в. значительно расширилась география работ. Если дореволюционные объекты степного лесоразведения были созданы в основном на обыкновенных и реже южных черноземах, то по принятому в середине XX в. Плану не менее половины по площади и протяженности гослесополос в европейской части СССР проектировались на южных черноземах и светло-каштановых почвах. Все эти об-

стоятельства обусловили принятие недостаточно обоснованных или даже ошибочных решений как на стадии проектирования, так и в процессе выращивания насаждений. Прежде всего следует отметить просчеты в оценке лесопригодности почв, главным образом в сторону ее преувеличения. В результате нередко были случаи создания насаждений на нелесопригодных почвах или на почвах, которые не соответствовали генетически обусловленным потребностям отдельных пород. Например, сплошные культуры дуба черешчатого создавали на светло-каштановых комплексных почвах.

В стремлении безусловного выполнения очень напряженного плана лесопосадочных работ практически игнорировалась экотипическая разнокачественность отдельных пород. Так, культуры дуба создавали преимущественно желудями, поставленными из Белоруссии и западных областей Украины. Некоторые участки культур на плакоре созданы желудями, собранными в пойменных лесах. Одной из наиболее существенных ошибок было создание насаждений (особенно смешанных) с узкими междурядьями (2 аршина). Это предопределило формирование очень густых насаждений, которые заранее были обречены на постоянный дефицит влаги. Кроме того, близкое расстояние между соседними рядами активизировало межвидовую конкуренцию в смешанных культурах. И, наконец, при таких узких междурядьях был затруднен сначала агротехнический уход, а после смыкания полога – и проведение рубок ухода. Неблагоприятные последствия для культур были еще более усилены поздним началом рубок ухода, обычно в возрасте 12-15 лет, когда в насаждениях уже ощущался острый дефицит влаги, а главная порода, как правило, находилась в угнетенном состоянии.

Крайне отрицательную роль сыграли при создании насаждений так называемые покровные посевы зерновых сельскохозяйственных культур по только что созданным культурам дуба гнездовым методом, которые проводили в течение двух лет. А ведь этот метод в первые два года с начала выполнения Плана считали основным при создании культур дуба. Под покровом интенсивно потребляющих влагу злаков снабжение влагой молодых дубков значительно ухудшилось, жизнеспособность их была низкой. Отрицательное влияние покровных посевов продолжало сказываться и в последующие годы: растения отставали в росте, происходил их интенсивный отпад.

Здесь нужно отметить, что отрицательная роль, которую сыграли покровные посевы в гнездовых культурах дуба, не означает полного отрицания самого гнездового метода. При определенном усложне-



нии закладки культур гнездовым методом, по сравнению с рядовым, но без покровных посевов гнездовые культуры в последующем не уступали в росте рядовым культурам, а в возрасте старше 30 лет визуально часто трудно определить даже сам метод создания культур.

Совершенно недостаточно проводилась борьба с вредителями леса. Положение усугубилось в связи с возникшей инвазией после ряда засушливых лет. В результате сопряженного влияния всех перечисленных обстоятельств уже с середины 60-х годов на большой площади гослесополос в степной и особенно в сухостепной зонах наступило значительное ухудшение состояния насаждений. В связи с этим институту Союзгипролесхоз и его филиалам было поручено разработать проект реконструкции и восстановления насаждений по отдельным гослесополосам.

Одним из основных мероприятий в проектах намечалось расширение междурядий для улучшения влагообеспеченности остающихся деревьев и снижения отрицательного влияния сопутствующих пород на главную породу. Эту работу проводили главным образом в культурах, где расстояние между рядами составляло 1,3-1,5 м. При этом убирали ряды сопутствующих древесных пород или кустарников, соседние с рядами главной породы. В расширенных междурядьях либо удаляли небольшие пни, либо только периодически подавляли механическим путем (редко химическим) появляющуюся пневую поросль.

К сожалению, когда возникла необходимость в выполнении большого объема работ по уходу за насаждениями, лесное хозяйство оказалось не готово к этому: не было специальной техники, да и той, которая имела в лесхозах, было совершенно недостаточно. В сложившейся обстановке лесхозы начали конструировать и производить собственными силами необходимые орудия. Так возникли различные модификации дископильных орудий с фронтальными и боковыми рабочими органами для срезки деревьев и кустарников, орудия для подавления нежелательной поросли после срезки, для корчевки некрупных пней. Как это не парадоксально, но в решении этой проблемы творческая мысль и инициатива специалистов лесхозов опередили научные разработки.

Опыт реконструктивных работ в насаждениях дуба показал, что они были эффективными, если проводились не позднее второго возрастного периода и при этом удаление целых рядов сопутствующих пород сопровождалось разреживанием в оставшихся рядах главной породы.

Своевременная реконструкция путем расширения междурядий с возобновлением агротехнического ухода была эффективна и в насаж-

дениях вяза приземистого. На светло-каштановых комплексных почвах в полупустыне осуществляли еще более интенсивную реконструкцию вязовых насаждений путем преобразования сплошных культур в кулисные. В последующем в междурядьях и в межкулисных пространствах проводили постоянный уход за почвой.

Для улучшения состояния насаждений широко применялись и выборочные санитарные рубки, причем нередко с частой повторяемостью. В таких случаях временное улучшение состояния насаждений за счет удаления усыхающих и поврежденных, ослабленных деревьев приводило к значительному снижению сомкнутости крон, последующему задернению почвы и в конечном итоге – к ускорению распада насаждений. Поэтому вместо часто повторяющихся выборочных санитарных рубок более эффективны сплошные санитарные рубки с последующим восстановлением насаждений.

Состояние насаждений – это объективный показатель их жизнестойкости. Для оценки состояния насаждений в гослесополосах применяют балльную систему: 1 – насаждения здоровые с оптимальным для данных лесорастительных условий ростом и высокой сомкнутостью полога (1,0-0,8); 2 – насаждения в основном здоровые, но с несколько замедленным ростом, сомкнутость полога 0,8-0,7, очаговое задернение до 25% площади; 3 – насаждения пониженной устойчивости с замедленным ростом и в неудовлетворительном состоянии, сомкнутость полога 0,6-0,4; задернение почвы до 50% площади; 4 – насаждения совершенно расстроенные, интенсивно усыхающие, с сомкнутостью полога менее 0,4, проективным покрытием травянистой растительностью свыше 50%.

Как видно из табл. 10.2 (данные института Росгипролес), состояние насаждений разных пород последовательно снижается по мере ухудшения почвенно-климатических условий. Не совсем четко такая динамика выражена лишь у ясеня ланцетного, но общая тенденция в этом направлении просматривается. В сравнительно благоприятных почвенно-климатических условиях высокой жизнестойкостью характеризуются насаждения дуба, сосны, березы. В сухой степи на каштановых почвах береза начинает выпадать еще в 20-летнем возрасте. В полупустыне наиболее устойчивой породой оказался ясень ланцетный, который превосходит в этом отношении даже вяз приземистый. Весьма неоднозначны мнения об устойчивости вяза обыкновенного. Обобщенные данные свидетельствуют о том, что он менее устойчив по сравнению не только с вязом приземистым, но и с другими породами в

степи и сухой степи, в сильной степени подвержен голландской болезни и мало устойчив против снеголома. Высокая устойчивость сосны во всех природных зонах, где ее культивировали, объясняется тем, что насаждения сосны создавали в тех лесорастительных условиях, которые соответствуют ее биологическим свойствам.

Таблица 10.2

**Состояние насаждений в гослесополосах**

Древесная порода	Средний балл состояния по зонам			
	лесостепь	степь	сухая степь	полупустыня
Дуб черешчатый	I <sub>8</sub>	II <sub>2</sub>	II <sub>6</sub>	-
Вяз приземистый	II <sub>3</sub>	II <sub>8</sub>	III <sub>2</sub>	III <sub>5</sub>
Вяз обыкновенный	II <sub>2</sub>	III <sub>5</sub>	III <sub>6</sub>	-
Ясень ланцетный	II <sub>2</sub>	II <sub>0</sub>	II <sub>6</sub>	II <sub>3</sub>
Робиния	-	II <sub>6</sub>	II <sub>6</sub>	III <sub>4</sub>
Береза повислая	I <sub>6</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>6</sub>	-
Сосна обыкновенная	I <sub>8</sub>	I <sub>9</sub>	II <sub>4</sub>	-

Существенное влияние на рост и состояние насаждений оказывает тип культур. Еще в конце XIX в. комиссия, собравшаяся в Велико-Анадольском лесничестве с целью подведения итогов полувековых работ по степному лесоразведению, в своем решении отметила, что основной причиной гибели насаждений является несовершенство типов культур. Исследования гослесополос показали, что в зависимости от схем смешения и размещения одних и тех же пород, сроков их ввода на лесокультурную площадь взаимоотношения пород на фоне конкретных лесорастительных условий могут быть как благоприятными, так и негативными. Характерным примером служат культуры дуба в смешении с ясенем ланцетным, широко распространенные в гослесополосах. В зависимости от расстояния между рядами этих пород и лесорастительных условий дуб может доминировать в росте, находиться с ясенем в динамическом равновесии или значительно отставать в росте от ясеня, становясь как бы вспомогательной породой, или вообще выпадать из насаждения. Последнее происходит в насаждениях с узкими междурядьями при отсутствии своевременных мер ухода. Конкурентоспособность дуба значительно возрастает при вводе ясеня в культуры на два – три года позднее дуба. Разновременная посадка медленно и быстро растущих пород оправдала себя и в других типах культур.

Значительный интерес представляют редко встречающиеся в насаждениях дубово-сосновые культуры. На легких слабогумусирован-

ных южных черноземах и темно-каштановых почвах дуб значительно отстает в росте от сосны и в конце концов образует второй ярус. На почвах более тяжелого гранулометрического состава и более гумусированных дуб со временем догоняет сосну и находится с ней в одном ярусе. Но при этом расстояния между рядами этих пород должны составлять 3 м и более. Даже в тех случаях, где дуб оказался под пологом сосны, формируются устойчивые дубово-сосновые фитоценозы. Кроме того, они обладают высокими санитарно-гигиеническими свойствами. Визуальные наблюдения свидетельствуют и о меньшей повреждаемости дуба листогрызущими вредителями в дубово-сосновых насаждениях по сравнению с другими типами культур дуба.

Абсолютно непродуктивными оказались насаждения дуба с вязом приземистым. Резко отрицательное влияние вяза на дуб проявляется как в надземной части, так и в ризосфере. Благодаря очень быстрому росту в первые годы жизни, раскидистой кроне и чрезвычайно мощной корневой системе вяз угнетает дуб даже при широких междурядьях. Вяз приземистый подавляет рост и других пород в смешанных насаждениях. Так, в культурах с подеревным чередованием вяза с ясенем ланцетным последний находится в угнетенном состоянии и почти полностью прекращает рост. Влияние комплекса субъективных и объективных факторов приводит со временем к существенному изменению породного состава насаждений (табл. 10.3) – резкое сокращение в составе насаждений дуба черешчатого и вяза приземистого и столь же значительное увеличение ясеня ланцетного. При этом характерно, что в некоторых гослесополосах в 1961 г. насаждения с преобладанием ясеня ланцетного вообще не выделялись, а спустя 40 лет они появились на значительной площади. Объясняется такое перераспределение состава насаждений следующим образом. Как уже отмечалось, дубово-ясеневые (с ясенем ланцетным) насаждения первоначально имели широкое распространение. В связи со значительным отпадом дуба и более высокой сохранностью ясеня со временем эти насаждения таксировали как ясеневые.

Сходный процесс сукцессии происходил и в насаждениях вяза приземистого с ясенем ланцетным. В первом периоде роста и начале второго вяза, особенно при подеревном смешении, подавлял яшень, но уже в 15-20-летнем возрасте вяз начал усыхать. После проведения санитарных рубок (удаление значительной части вяза) состояние ясеня заметно улучшилось и он стал преобладать в насаждении. Благодаря своей биологической особенности – потребности в большой площади

Таблица 10.3

## Динамика породного состава насаждений гослесополос за длительный период\*

Древесная порода	Породный состав гослесополос по годам учета, %											
	Воронеж – Ростов-на-Дону			Пенза – Каменск			Гора Вишневая – Каспийское море			Камышин – Волгоград		
	1961	2002	раз-ница	1961	2002	раз-ница	1961	2002	раз-ница	1961	2002	раз-ница
Сосна обыкновенная	16,7	18,7	+ 2,0	1,5	2,6	+1,1	3,3	7,2	+3,9	0,2	0,3	+0,1
Дуб черешчатый	64,8	45,9	-18,9	90,1	67,4	-22,7	18,1	13,8	- 4,3	26,5	7,8	-18,7
Вяз приземистый	15,7	13,2	- 2,5	5,1	1,4	- 3,7	64,6	40,6	-24,0	61,5	27,8	-33,7
Ясень ланцетный	-	12,6		-	21,4		7,1	20,4	+13,3	7,2	53,6	+46,4
Робиния	1,0	2,2	+ 1,2							3,1	1,9	- 1,2
Береза повислая	0,4	1,1	+ 0,7	2,5	4,1	+ 1,6	5,4	3,6	- 1,8			
Кустарники	-	1,3		-	1,3			1,6		-	4,1	

\* 2002 г. – данные института Росгиролес.

питания – вяз приземистый оказался вообще мало пригодным для многорядных насаждений. Безусловной ошибкой было культивирование этой породы на черноземах и даже на темно-каштановых несолонцеватых почвах, где более устойчивы и долговечны другие породы. Выращивание культур вяза приземистого оправдано лишь на светло-каштановых комплексных почвах в форме кулис, где из древесных пород, кроме вяза приземистого, сохраняется ясень ланцетный, редко робиния. Резкое сокращение участия дуба в составе насаждений, хотя и объясняется в определенной мере недоучетом наследственных свойств (экотипической разнокачественностью), ошибками в выборе почвенных условий, но все же в большинстве случаев это ошибки в типах культур и режиме ухода, о чем упоминалось выше. Но благодаря высокой устойчивости и долговечности сохранившиеся насаждения дуба даже в сухой степи, как было показано в табл. 10.2, характеризуются удовлетворительным состоянием.

Рассматривая роль и значение гослесополос, необходимо отметить прежде всего, что их функциональное значение вышло за рамки первоначальных задач. Гослесополосы стали каркасом всей системы ЗЛН и вместе с другими видами насаждений способствовали качественному изменению ландшафта – преобразованию из агроландшафта в агролесоландшафт с вытекающими благоприятными изменениями микроклимата. Под влиянием гослесополос за 30-летний период существенно поднялся УГВ. Убедительно доказано положительное почвопреобразующее воздействие насаждений, которое заключается в улучшении водно-физических свойств почвы, накоплении гумуса, рассолении и рассолонцевании почвы, что обеспечит более благоприятные условия роста последующего поколения леса. В созданных насаждениях намного возросла численность видов фауны, акклиматизированы новые виды растений. Гослесополосы являются источником мелко-товарной древесины. Средний ежегодный объем древесины, заготавливаемой за последние годы в гослесополосах, составил около 30 м<sup>3</sup>, из которых две трети реализованы. С учетом того, что все большую роль во всем мире начинает играть биотопливо, древесина из гослесополос может быть определенным подспорьем в этом деле. И, наконец, создание гослесополос – это огромный эксперимент с многочисленным ассортиментом пород (около 60) и типов культур, который представляет неоценимый научный интерес, позволяет правильно решать многие проблемы степного лесоразведения. За более чем полувековой период с начала воплощения в жизнь Плана преобразования природы в

первую очередь сама природа осуществила дифференциацию насаждений по их составу и состоянию. Если в лесостепной зоне и части степной зоны сформировались устойчивые сомкнутые биогеоценозы, то в сухой степи и некоторых лесорастительных условиях степной зоны насаждения находятся теперь в стадии деградации. Наиболее заметно этот процесс выражен в срединной части насаждений, значительно лучше состояние крайних рядов. Этот так называемый опушечный эффект характерен особенно для светолюбивых пород и пород с интенсивно развивающейся горизонтальной корневой системой, таких как вяз приземистый. Одной из характерных особенностей процесса деградации является смена древесных пород более устойчивыми и долговечными кустарниками (см. табл. 10.3). Очевидно, что удельный вес кустарников как лесобразующих пород может со временем увеличиться.

Полной натурализации гослесополос, если вкладывать в это понятие и способность восстановления исходной главной породы естественным путем, даже в лучших условиях (на черноземах обыкновенных) не происходит. Иначе говоря, эти насаждения не являются полностью самовоспроизводящейся биологической системой, характерной для лесной зоны и даже для не нарушенных антропогенным влиянием байрачных лесов степной зоны. Появляющийся иногда в больших количествах самосев главных пород в большинстве своем погибает, не образуя верхний ярус. Поэтому можно представить следующие пути ведения хозяйства в гослесополосах: продолжение ухода за насаждениями, находящимися в удовлетворительном состоянии, главным образом в лесостепной зоне; перевод материнских насаждений семенного происхождения в порослевое поколение, а насаждений порослевого происхождения – в следующую порослевую генерацию; создание новых культур, в том числе в полупустынной зоне целиком из кустарниковых пород; перевод отдельных нелесопригодных участков в категорию нелесных земель лесного фонда.

## **11. ВОДООХРАННЫЕ ЛЕСА И ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ**

### **11.1. Мелиоративная роль водоохранных лесов**

Общепринятого понимания термина "водоохранные леса" в отечественной и мировой лесной науке нет. Ряд ученых, преимущественно классики лесоводства, под водоохранными лесами понимали массивы, расположенные на водораздельных пространствах и обеспечивающие регулирование ГР обширных территорий. Другие, в более позднее время, под водоохранной ролью леса понимали положительное влияние лесных насаждений на водный баланс территории и речной сток, т.е. на количество и качество воды. Суммирующим показателем при количественной оценке водоохранной роли леса, согласно современному толкованию, является изменение величины подземного стока, которая зависит от изменений всех остальных составляющих водного баланса: атмосферных осадков, суммарного испарения, поверхностного стока. По определению "Лесной энциклопедии" (1985), водоохранные леса, леса первой группы, выделяются обычно в виде запретных полос по берегам рек, озер, водохранилищ, включая места нерестилищ ценных промысловых рыб, и входят в водоохранную зону. Они улучшают микроклимат и ГР территории водосборов, предохраняют воды от загрязнения, поддерживают высокую водность рек, способствуют увеличению запасов подземных вод, переводя поверхностный сток во внутрипочвенный, защищают берега рек от разрушения, аккумулируют аллювий в поймах, снижают температуру воды в реках, тем самым улучшая условия нереста рыб. Особое значение водоохранные леса имеют в степной и лесостепной зонах европейской части России. Они замедляют движение воздушных масс, обостряют фронтальные процессы в атмосфере, усиливают конвекцию воздуха и ускоряют выпадение атмосферных осадков.

В водоохранных лесах России установлен специальный режим ведения хозяйства, повышающий водоохранную и почвозащитную их роль. В них проводят рубки ухода, в том числе санитарные. Рубки



главного пользования (лесовосстановительные) допускаются лишь в порядке, определяемом правительством. Широко применяются искусственное восстановление и выращивание лесов.

Водоохранная роль лесов многогранна. Согласно исследованиям А. В. Побединского (1979), гидрологическая роль леса во многом зависит от количества выпадающих осадков и распределения их по сезонам года. Как известно, осадки являются одной из важнейших составных частей водного баланса. При выпадении над лесом они перераспределяются: часть их задерживается кронами деревьев, подлеском, подростом и травяным покровом и испаряется, не достигая поверхности почвы, другая, незначительная, стекает по стволам. Большее же количество осадков достигает поверхности почвы и просачивается в нее.

Трансформирующее влияние леса на осадки зависит от породного состава древостоев, лесоводственно-таксационных особенностей фитоценозов, сезона года, интенсивности осадков и других факторов. Проникновение осадков к поверхности почвы зависит и от строения древостоев. Сложные и разновозрастные древостои задерживают большее количество осадков, чем простые и одновозрастные. Количество осадков, достигающих почвы, зависит от интенсивности дождя.

В текущем столетии для исследования влияния леса на осадки в различных районах Земного шара были использованы многочисленные данные наблюдений метеорологических станций в районах с различной лесистостью. Эти исследования позволили получить более или менее согласованные выводы об увеличении количества осадков под влиянием леса, а для ряда районов выявить зависимость между количеством осадков и лесистостью местности. Установлено, что в лесных районах Московской обл. и прилегающих к ней областей осадков выпадает примерно на 10% больше по сравнению с малолесными (М. И. Калинин, 1950). По данным Л. П. Кузнецовой (1957), в республиках Татарстан и Мари Эл с увеличением лесистости на каждые 10% количество осадков возрастает примерно на 2%.

Итак, приведенные данные свидетельствуют о том, что лес способствует увеличению как вертикальных, так и горизонтальных осадков.

В большинстве районов нашей страны значительный удельный вес составляют осадки в виде снега. Они оказывают существенное влияние на промерзание и оттаивание почвы, накопление в ней влаги, режим и величина стока талых вод, формирование весенних паводков, гидрологический режим рек и т. д.

Несмотря на то, что исследования снегоотложения и снеготая-

ния в лесу и на открытых местах осуществляются почти 100 лет, в литературе по этому вопросу до сих пор высказываются противоположные точки зрения. По данным одних авторов (Н. А. Воронков, 1976; В. Н. Дьяков, 1976, и др.), под полог как хвойных, так и лиственных древостоев проникает лишь часть осадков. Согласно А. А. Молчанову (1960), все насаждения, кроме еловых, способствуют большему накоплению снега по сравнению с безлесными участками.

Продолжительность и интенсивность снеготаяния под пологом леса зависят от состава, сомкнутости и возраста древостоев. По данным А. А. Молчанова (1960), в Московской обл. продолжительность таяния снега на полях составляет 6-12 дней, в сосновых лесах 15-20, в еловых 35-40 дней. В березняках Подмосковья снег в среднем сходит на неделю позже, чем в поле (А. И. Субботин, 1966). В Республике Саха (Якутия) разница во времени схода снежного покрова на открытых местах и под пологом лиственничного леса составляет 5-7 дней.

Лес оказывает трансформирующее влияние не только на солнечную радиацию, температуру и влажность воздуха и почвы, твердые и жидкие осадки, но и на замерзание и оттаивание почвы. Глубина и степень промерзания почвы, а также динамика её оттаивания имеет большое гидрологическое значение. Мерзлые почвы обычно отличаются плохой водопроницаемостью, что способствует резкому возрастанию поверхностного стока. Глубина промерзания почвы колеблется в зависимости от метеорологических условий, мощности снежного покрова, влажности почвы, УГВ, состава и строения почвы, произрастающей на ней растительности и ряда других факторов. В тех случаях, когда выпадению снега предшествуют сильные морозы, почва промерзает на значительную глубину и, наоборот, если снег выпадает до наступления морозов, почва, особенно под пологом леса, часто не промерзает.

Согласно исследованиям М. И. Калинина (1982), влияние лесных насаждений на поверхностный сток сводится к преобразованию его во внутрипочвенный. Этот эффект проявляется в основном в результате влияния леса на увеличение порозности и инфильтрации почвы. Водопроницаемость почвы, т. е. способность пропускать воду, измеряется количеством влаги, поступающей в нее с поверхности за единицу времени. Зависит она в основном от структурности почвы, её физического состояния и гранулометрического состава.

Лесные насаждения оказывают значительное влияние на структуру почвы. Участки почвы, длительное время занятые лесом, отли-

чаются содержанием большого процента устойчивых структурных агрегатов. Структурность лесных почв наблюдается на значительной глубине. Улучшение структуры – результат комплексного воздействия корневых систем деревьев и опада, формирующегося в наземной части насаждений.

Влияние корневых систем деревьев проявляется во взаимосвязанном механическом и биологическом воздействии на почву. В процессе роста корневых систем, накопления объема и массы корневой древесины происходит раздвигание почвенных частиц и образование корневых ходов. Одной из особенностей формирования корневых систем является так называемый корнепад, т. е. естественное отмирание определенной части корней. В результате в почве образуются скважины и повышается её водопроницаемость. Это явление усиливается в процессе отмирания части деревьев или выборки их рубками ухода. При этом вследствие постепенной минерализации корневых систем архитектура почвы становится более выраженной. Стержневые корни и вертикальные ответвления от горизонтальных корней, представляющие существенную часть в структуре корневых систем, обладают способностью проникать на значительную глубину даже в почвах с тяжелым гранулометрическим составом. В тяжелых лесорастительных условиях южных черноземов вертикальные корни дуба черешчатого в однолетнем возрасте проникают на глубину 3,5 м, в семнадцатилетнем до 5 м.

Влияние лесной подстилки на поверхностный сток также обусловлено её физическими свойствами. Лесная подстилка, сформировавшаяся из органического опада, как физическое тело, обладает большой водопроницаемостью и влагоемкостью. Она способна удерживать массу воды в 6-7 раз больше собственной и при этом не терять водопроницаемости. Представляя механическое препятствие на пути движения водного потока, подстилка снижает скорость его, и сток воды внутри нее и под ней замедляется. В период выпадения дождя лесная подстилка гасит кинетическую энергию падения дождевых капель, предохраняя структурные агрегаты почвы от распыления.

Являясь образованием органического происхождения, лесная подстилка в процессе разложения поставляет в верхние слои почвы растворимые органические соединения, повышающие структурность почвы и водопропускность ее частиц. Нижняя часть подстилки и слой почвы, находящийся под ней, представляют прекрасную среду для существования червей. Здесь имеется большое количество полу-

разложившегося органического вещества, относительно высокая влажность и специфический температурный режим. Черви и землерои, которые питаются ими, проводят огромную работу по рыхлению верхних и более глубоких слоев почвы, улучшая структуру и значительно повышая водопроницаемость. Большое значение лесной подстилки как фактора, увеличивающего водопроницаемость, отмечал Г. Н. Высоцкий (1952). По его данным, в период сильных дождей лесная подстилка предотвращала поверхностный сток даже при уклоне поверхности  $22^\circ$ , в то время как на участках без лесной подстилки он проявлялся уже при уклоне  $16^\circ$ . Мелиоративное значение лесной подстилки отмечали В. А. Бодров (1961), А. А. Роде, В. Н. Смирнов (1972), Г. Н. Высоцкий (1952), И. Г. Зыков (1968) и др.

Влияние лесных насаждений на сток талых вод проявляется прежде всего через рассмотренные выше факторы повышения порозности и водопроницаемости почвы, наблюдаемые в самом насаждении и примыкающих к нему зонам. Кроме того, почва в лесных насаждениях под влиянием лесной подстилки и накапливаемого снега не промерзает или промерзает в незначительной степени. Это приводит к тому, что в лесонасаждении почва полностью поглощает талую воду, в то время как на поверхности мерзлой почвы в поле формируется существенный поверхностный сток. При этом интенсивность снеготаяния в лесном насаждении в несколько раз меньше, чем в открытом поле, что удлиняет период впитывания влаги почвой.

## **11.2. Экологическое обоснование мер ведения лесного хозяйства в водоохранных лесах пойм**

### **11.2.1. Дендрохронологический и дендроклиматический анализ состояния лесов**

Таксационные характеристики водоохранных дубрав Волгоградской обл. с 1960 по 1996 гг. значительно ухудшились. Класс бонитета уменьшился на 0,6, полнота на 0,08, средний прирост в 2 раза. Бонитет дубрав Волго-Ахтубинской поймы снизился еще значительнее – на 1,4 класса, а дубрав Нижнего Дона – на 1,1 класс. Площадь ветляников и тальников Волго-Ахтубинской поймы сократилась соответственно в 3,1 и 2,5 раза. Подавляющая часть лесов Волго-Ахтубинской поймы пройдена санитарными рубками, а дубравы – неоднократно. Прирост всех лесообразующих пород снизился после созда-

ния Волгоградского водохранилища. Если до 1958 г. текущий прирост дуба, тополя и ветлы по объему составлял соответственно 17; 12 и 31%, то в 1958-1967 гг. – 11; 8 и 10, а 1968-1977 гг. – лишь 3-5%. Однако климатические показатели в эти периоды заметно не ухудшились, а стали даже предпочтительнее, чем в период до начала массового усыхания. Сходная картина по динамике климатических показателей отмечена и в пойме р. Дона. Это свидетельство антропогенного влияния на сток рек и таксационные показатели лесов.

Сопоставление текущего прироста по диаметру с ходом метеорологических показателей и параметрами стока рек Волги и Дона методами дендроклиматологии выявило наличие между ними корреляционный зависимости средней тесноты связи. Зависимость прироста от климатических показателей осталась прежней, но уменьшилась в 2 раза от среднегодового расхода воды, т. е. подтверждается то, что деградация растительного покрова произошла под влиянием зарегулирования стока.

#### 11.2.2. Причины гибели низкобонитетных естественных и искусственных водоохранных лесов на мелких почвах

Еще совсем недавно считалось, что все типы лесорастительных условий в поймах благоприятны для выращивания лесов, т. е. причины усыхания признавались субъективными. Однако до зарегулирования стока рек массовое усыхание происходило неоднократно и всегда наблюдалось в маловодные и засушливые годы. Расчет коэффициента влагообеспеченности по величине испаряемости и количеству осадков показал, что в Волго-Ахтубинской пойме на мелких (0-100 см) почвах запас доступной влаги в 2-6 раз меньше, чем требуется для устойчивого роста древесных пород. В поймах рек Дона, Кубани и Терека запасы влаги в метровом слое в 1,5-2 раза меньше необходимых.

В период до зарегулирования стока в половодье происходила подпитка насаждений из наименее поймостойких аборигенных пород (вяз, дуб), приуроченных к мелким дерновым почвам грив переходной поймы, что и объясняло существование низкобонитетных лесов. Корневые раскопки подтвердили приуроченность корневых систем искусственных и естественных древостоев к плодородным слоям почвогрунта. В промытом аллювиальном песке нет условий для роста корней: отсутствуют питательные вещества, отмечается высокая плотность песка, потенциал влагопереноса песка существенно выше, чем у суглинков, что и удерживает корни в плодородном слое почвы. В последую-

щие годы подпитка была исключена, вязовники и дубравы перешли на атмосферное увлажнение. Мелкие почвы стали нелесопригодными, и низкобонитетные леса погибли в первую очередь. Четкая нижняя граница дубрав на гривах переходной поймы объясняется не только слабостью поймостойкостью дуба, но и уменьшением мощности плодородного слоя почвы. Особенно подвержены массовому усыханию насаждения из вяза обыкновенного, тополя черного, ивы белой на валах прирусловой поймы. Часто для гибели лесов на мелких почвах достаточно 1-2 лет. Так, после строительства водозабора для г. Дербента УГВ в пойме р. Уллу-Чая упал с 0,5-2,0 до 6-7 м, что и вызвало массовое усыхание дуба, граба, клена и ореха. Изменился и тип почвы: из оглеенных луговых они перешли в мелкие дерновые.

Роль недостатка влаги в мелких почвах, как определяющей причины усыхания части пойменных лесов, подтверждается качественно лучшим их состоянием на пониженных элементах рельефа с мощными луговыми почвами. Мелкие почвы составляли до последнего времени подавляющую часть лесокультурного фонда, чем и объясняется ежегодное списание до 50% вновь созданных лесных культур в каждом пойменном лесхозе Южного федерального округа. Попытки улучшения состояния и продуктивности малоценных насаждений или лесовосстановления на невозобновившихся лесосеках бесперспективны. Они приурочены, как правило, к мелким дерновым почвам. Выпады и прогалины расположены на еще более мелких почвенных разностях.

Процессы периодического массового усыхания главных пород (робиния псевдоакация, вяз приземистый, дуб черешчатый, ясень ланцетный, сосна обыкновенная) в водоохранных лесах носят обязательный характер вследствие дефицита влаги в почве и атмосфере.

Иссушенный 1,5(2)-метровый верхний слой почвы препятствует натурализации искусственных насаждений на зональных почвах. Объективная невозможность существования здесь лесов подтверждается низкой долговечностью главных пород, патологическим массовым самоизреживанием (усыханием) главной породы, практическим отсутствием обязательного условия осуществления лесообразовательного процесса (избыточного увлажнения почв) и семенного возобновления (не превышает 3-5% площади) в лучших лесорастительных условиях, влажностью физиологически активной древесины ниже критического уровня (для сосны – менее 97, для березы – менее 80, для дуба – менее 92%).

### 11.2.3. Влияние изменения химического состава почв и грунтовых вод на состав лесов и их устойчивость

Наиболее тяжелым следствием зарегулирования стока стало интенсивное засоление почв в дубравах II-III классов бонитета. В северной части Волго-Ахтубинской поймы солевой режим почвы изменился на обвалованных участках и в буферной части дубрав переходной поймы, примыкающей к центральной. В обвалованных усыхающих дубравах отмечено интенсивное засоление почвогрунта, максимум которого (1,1-1,4% водорастворимых солей) приурочен к КК. В дубравах по границе между переходной и центральной частями поймы отмечено слабое засоление почвогрунта (до 0,3-0,4% водорастворимых солей в КК). Состояние деревьев в древостое определяется уровнем засоления почв под ними. Солевая съемка показала, что если под еще здоровыми деревьями дуба в слое почвы 0-2,3 м содержалось 42-56 т/га водорастворимых солей, то под суховершинными 56-72, под усыхающими 72-81 и под сухими 81-101 т/га. Продолжающийся распад обвалованных дубрав объясняется сохраняющимся высоким уровнем засоления (до 1,8% во втором метре луговых почв).

В связи с естественным выполаживанием южной части Волго-Ахтубинской поймы, утяжелением гранулометрического состава почв и близким критическим УГВ возрастает воздействие эвапотранспирации на солевой режим почв под лесными культурами. В возрасте 20 лет под лесными культурами быстрорастущих пород содержание водорастворимых солей достигает токсического уровня (1,0-1,7%), что определяет неудовлетворительное состояние эталонных и обычных культур тополя в низовьях Волги и отсутствие эффекта от санитарных рубок. В связи с засолением почв отмечено снижение радиального прироста дуба (в 1,6 раза) и ясеня ланцетного (в 1,8 раза) в культурах 25-летнего возраста. Корни, находящиеся вблизи ГВ, поглощают влагу в 1000 раз интенсивнее, чем расположенные выше. Это объясняет высокую концентрацию водорастворимых солей в КК.

Тяжелый гранулометрический состав и критический УГВ в пойменных естественных и искусственных лесах Среднего и Нижнего Дона, его притоков 1 и 2-го порядков, рек Кубани и Терека в условиях зарегулирования стока обуславливает повсеместное проявление интенсивного соленакопления и массовое усыхание главных пород. Засолено от трети пойменных дубрав Павловского лесхоза Воронежской обл. и Хоперского государственного заповедника на севере ре-

гиона исследований до 95% дубрав Шелковского охотничьего заказника в пойме р. Терека – на юге. Концентрация водорастворимых солей в корнеобитаемой толще в токсических количествах отмечается, как правило, во втором метре почвогрунта, а часто и в первом. В Хоперском заповеднике при 80-100%-ном усыхании дубрав II-III классов бонитета отмечалось до 1,0-1,6% водорастворимых солей с глубины 100-140 см при МГВ 2-9 г/л. В пойме Терека в дубравах III-IV классов бонитета токсические уровни засоления часто отмечались с глубины 50 см при МГВ до 15-19(51) г/л. Во всех пойменных лесах региона выявлен четкий тренд увеличения запасов солей в корнеобитаемой толще, причем между запасом солей в почве и наименьшей влагоемкостью выявлена корреляционная зависимость средней и высокой степени тесноты связи.

На постоянных пробных площадях удается выявить интенсивный прирост запасов водорастворимых солей и адекватное ухудшение состояния главной породы за очень короткий отрезок времени. В 1983 г. прогнозировался распад внешне здоровых 27-летних культур дуба и груши в Наурском лесхозе ввиду их высокой густоты и наличия 100 т/га солей в 2-метровом слое почвы. Через 7 лет в почвах было 156 т/га водорастворимых солей и соответственно 87 и 75% нежизнеспособных деревьев.

Интенсивное засоление почв определяет степень усыхания главной породы и состояние каждого дерева в древостое. Солевая съемка в пойме Бузулука выявила, что в почве под поврежденными деревьями содержалось 12, под суховершинными 12-31, под усыхающими 31-51 и под сухими деревьями и пнями 51-63 т/га водорастворимых солей. Качественный состав солей в почвах под лесами однообразен. Из катионов преобладают кальций, магний и натрий, из анионов – сульфаты и хлориды.

Интенсивным засолением почв объясняется усыхание главных пород и низкая эффективность естественного и искусственного лесовосстановления. Понятна неоправданность затрат на раскорчевку погибших 80-летних дубрав II бонитета на засоленных почвах в пойме р. Кубани и последующее создание лесных культур из гибридных тополей (погибли через 10-20 лет) и ореха черного (отмечено сильное угнетение роста и усыхание в 20-25 лет).

В свете вышеизложенного крайне ошибочны рекомендации по созданию смешанных культур на месте погибших чистых дубрав или низкопродуктивных насаждений других пород. Очевидна несостоятельность снижения возраста рубки усыхающих дубрав. Из лесоводствен-



ных приемов наиболее щадящий режим лесопользования обеспечивает лесопарковое хозяйство, позволяющее снизить нагрузку на ГВ.

#### 11.2.4. Оценка изменения мелиоративного влияния половодий на микроклимат Волго-Ахтубинской поймы

Сокращение длительности половодий вызвало не только сокращение весенне-летних запасов влаги в почвогрунтах, но и ужесточение микроклимата дубрав, связанное с увеличением длительности послепаводковой части вегетационного периода. Микроклимат переходной поймы существенно отличается от микроклимата окружающей пойму степи только в период паводка. Если в июне среднесуточная температура, относительная влажность воздуха и испаряемость в переходной пойме соответственно 25°C, 65% и 157 мм, то в степи эти показатели значительно жестче: 28°C, 46% и 270 мм. Разница дефицита давлений водяного пара в воздухе в степи и пойме около 50 МПа. В августе микроклимат переходной поймы практически не отличается от микроклимата степи. Ужесточение микроклимата в июне суммарно выражается в росте величины испаряемости на 110(113) мм. Если учесть, что длительность паводка сократилась в среднем со 100-104 до 54 дней, то приращение испаряемости за счет увеличения послепаводковой части вегетационного периода составит примерно 190 мм. Для покрытия возросших расходов дубрав на эвапотранспирацию необходимо соответствующее увеличение осадков или сокращение ассимиляционного аппарата и в первую очередь густоты древостоев. Это и происходит при усыхании главной породы. Последнее носит объективный и обязательный характер.

Наблюдения выявили наличие больших градиентов в изменении влажности воздуха по высоте от поверхности почвы. В половодье (июнь) относительная влажность воздуха на высоте 10 м на 6-13% ниже, чем на высоте 1,5 м. В послепаводковую часть вегетационного периода эти различия составляют 1-5%, что адекватно изменению потенциала влагопереноса воздуха на 14,0-22,0 МПа в первом случае и на 3,0-12,0 МПа – во втором. Эти показатели свидетельствуют о физической необходимости снижения средней высоты древостоев в зарегулированных поймах, что может быть достигнуто уменьшением густоты или ведением безвершинного хозяйства.

Основной причиной низкой эффективности принятых приемов ведения лесного хозяйства и лесоводственных мер является наличие

глубокого противоречия между радикально изменившимся качеством лесорастительных условий на значительной (иногда подавляющей) части лесного фонда и практической лесохозяйственной деятельностью.

### **11.3. Гидрофизическое обоснование мер ведения лесного хозяйства в естественных и искусственных водоохранных насаждениях**

Избыток тепла и недостаток влаги в почве и атмосфере являются факторами, ограничивающими рост, продуктивность и устойчивость древесных пород в степи. В подавляющей части научно-исследовательских работ дефицит влаги в почвах и атмосфере рассматривается в отрыве от влагообеспеченности и температуры древесных растений. Отсутствуют критерии достаточности влаги в древесине главных пород. Считается, что гидрофизические константы древесины не зависят от вида древесной породы, ибо химический состав древесного вещества для всех пород приблизительно одинаков. Главными двигателями влагопереноса признаются корневое давление и сосущая сила атмосферы.

Древесина является капиллярно-пористым коллоидным телом, свойства которого зависят от влажности древесины. Каждая порода имеет свой предел насыщения и функциональную влажность. Поэтому изотерма капиллярного испарения (ИКИ) от точки полного насыщения имеет специфический вид. Основные точки ИКИ, или величины равновесного состояния влаги в древесине и воздухе при одинаковой температуре, получены при десорбции дистиллированной и дегазированной воды из насыщенной ею образцов свежесрубленной древесины. Каждой точке ИКИ соответствует свой легко подсчитываемый потенциал влагопереноса.

Противоречия видоспецифичных гидрофизических характеристик древесины имеющимся в литературе сведениям об отсутствии различий вполне объяснимы. Действительно, вплоть до влажности воздуха, равной 70%, различий в равновесной влажности древесины практически нет. Различия обнаруживаются с появлением в образцах древесины свободной влаги. Они наибольшие при полном влагонасыщении древесины. Поэтому исследователи древесины как строительного материала имеют дело с сухой древесиной, у которой равновесная влажность не зависит от вида древесной породы. Растущие деревья имеют свободную влагу, количество которой зависит от вида древесной породы.

По величине ПВ древесины под вакуумом можно рассчитать

ИКИ, потенциал влагопереноса, границы и диапазоны качественного изменения влажности древесины, а также дать оценку состояния древесной породы и прогноз его изменения.

За естественные границы функциональной влажности древесины приняты следующие диапазоны (В. Д. Шульга, 2002): оптимальной влажности (0,8-0,6 ПВ) в пределах НВ, диапазон напряженно-достаточной (0,6-0,5 ПВ) – в границах от НВ до ВРК. Это характерно для влажности древесины при устойчивом росте и хорошем состоянии главной породы. Напротив, диапазон риска и необратимых изменений (критический уровень влажности) заключен в границах от ВРК до ВЗ, или 0,5-0,3 ПВ. Для дуба черешчатого соответствующие диапазоны влажности составляют 92-123, 77-92 и 46-77%; для робинии 87-114, 72-87 и 43-72%; для сосны обыкновенной 111-148, 97-111 и 55-97%.

Разработанные критерии объективной оценки состояния древесных пород позволяют установить, что влажность древесины изученных пород в засушливые годы ниже критической, что объясняет их неудовлетворительное состояние в засуху и подверженность нападению вторичных вредителей и болезней.

Расчет потенциала влагопереноса древесины по величине равновесной влажности при 0,5 ПВ является основой классификации древесных пород по засухоустойчивости. К ксерофитам относятся породы с потенциалом влагопереноса менее  $-10,0$  МПа (дубы черешчатый и красный, вяз приземистый, робиния псевдоакация); к мезофитам ( $-10,0...-5,0$  МПа) сосны обыкновенная и черная, ясень ланцетный, гледичия трехколючковая, шелковица белая, береза повислая; к гидрофитам – граб обыкновенный, бук восточный, ясень обыкновенный. Данная классификация позволяет объяснить и приуроченность пород к определенному гранулометрическому составу почв, оценивает возможность их интродукции, а также служит возможной основой новой методики отбора и оценки плюсовых деревьев.

Парадоксальное свойство древесины дуба подпитка влажной (46-92%) заболони значительно более сухим ядром (31-62%) объясняется более низким потенциалом влагопереноса первой ( $-8,7... -24,2$  МПа) по сравнению с ядром ( $-7,1...-22,8$  МПа) в течение всего вегетационного периода. При этом различия между ядром и заболонью достигают 30% на границе между оптимальной и напряженно-достаточной влажностью и 25% – на границе между напряженно-достаточной и критической влажностью.

Прослеживаются четкие гидрофизические различия древесины у

рода *Quercus*: у дуба красного в диапазоне доступной влаги величина потенциала влагопереноса, влажность ядра и заболони практически равны. По физической сути дуб красный – заболонная порода в указанном диапазоне влажности. При критической влажности (0,3 ПВ) ядро дуба черешчатого (–22,8 МПа) поставляет влагу в заболонь (–24,2 МПа), а ядро дуба красного (–25,4 МПа) является акцептором влаги заболони (–20,2 МПа), что объясняет меньшую устойчивость последнего к дефициту влаги.

#### **11.4. Некоторые принципы и методы создания адаптированных к жестким условиям степи дубрав и боров**

Основная ошибка в создании искусственных и в воспитании естественных древостоев в степи состоит в переоценке роли высокой густоты, считающейся синонимом устойчивости, и в пренебрежении (в надежде на саморегуляцию) активными мерами борьбы за повышение их жизнестойкости. Продолжаются энергичные попытки создания все более густых, сложных по составу и потому более требовательных к богатству и влажности почвы древостоев при отсутствии главного определяющего условия лесообразовательного процесса – избыточного увлажнения. Еще Г. Н. Высоцкий указывал на формирование под степными древостоями в критическом возрасте иссушенного горизонта почвы. Отсюда главный вывод о предопределенности облигатного усыхания главных пород в засуху. Из сказанного вытекает также отсутствие совместимости высокой устойчивости главной породы с такой же продуктивностью при высоком мелиоративном эффекте древостоев. Независимо от типа степного древостоя усыхание происходит вследствие недостатка влаги в почве и древесине перегущенных насаждений: в пойменных лесах – при антропогенном уменьшении половодий, в хвойных древостоях на песках, в байрачных лесах и защитных насаждениях – в засуху, а также при реконструкции ПЗЛП из плотных, имеющих дополнительное увлажнение, в продуваемые с острым дефицитом почвенной влаги.

Оценка результатов рубок ухода по морфологическому типу деревьев однозначно свидетельствует о примерно одинаковой и высокой этиолированности всех лесообразующих пород во всех типах древостоев в обширном регионе, включая степь, лесостепь и бореальную зону. Принятые в настоящее время лимиты интенсивности рубок ухода существенно не влияют на сбег стволов дуба и сосны. Лишь с

возрастом вырисовываются новые пропорции габитуса деревьев – природа определила свой выбор.

Наибольшая сбежистость ординарных древостоев наблюдается в возрасте до 20 лет, затем коэффициент напряжения роста закономерно уменьшается у дуба и сосны до 2-3 см/см<sup>2</sup> в возрасте более 100 лет. В редких парковых древостоях, на бывших лесосеменных плантациях, в опушечных рядах всех типов насаждений он изменяется значительно меньше и в возрасте более 100 лет составляет 1-2 см/см<sup>2</sup> – формируется другой морфологический тип древостоя. Коэффициент напряжения роста несет в себе, помимо таксационного, определенный гидрофизический смысл: единица поперечного сечения ствола в редких лесопарковых климаксовых древостоях обслуживает влагой в 2-17 раз меньший объем древесины. Это и объясняет их лучший водный режим и качественно большую биологическую устойчивость.

При таких низких коэффициентах напряжения роста молодняков в парковых древостоях (2-5 см/см<sup>2</sup> в среднем для дуба и сосны) по сравнению с сосной 15-28 и дубом 21-84 в обычных молодняках трудно назвать первые жердняками. Поэтому предлагаемый метод формирования климаксовых древостоев назван безжердняковым.

Климаксовый древостой означает неопределенно долгое устойчивое равновесие главной породы с условиями окружающей среды. Эта трактовка близка к "климаксовым сообществам" Р. Риклефса, мнению В. Н. Сукачева, а также "заведомо устойчивым древостоям" В. К. Тюрмера и редкостойным сомкнутым насаждениям Г. Ф. Морозова. Таким образом, четко проявляется климаксовый принцип формирования заведомо устойчивых степных древостоев с использованием безжерднякового метода воспитания молодняков.

Климаксовый принцип и безжердняковый метод воспитания устойчивых древостоев могут являться альтернативой принятому методу повышения устойчивости степных древостоев, основанному на использовании посадочного материала из семян плюсовых деревьев.

Анализ данных государственного реестра плюсовых деревьев дуба черешчатого и сосны обыкновенной Волгоградской, Воронежской, Орловской, Ростовской, Самарской обл., корабельных рощ Европейского Севера, а также Украины выявил, что морфологический тип плюсовых деревьев совершенно иной, чем средних. У них различается и история роста. Общеизвестно, что ранг средних деревьев чрезвычайно изменчив, а крупных, в том числе и плюсовых, – отличается стабильностью. Значительно (в 1,6-2,6 раза) меньший коэффициент

напряжения роста плюсовых деревьев свидетельствует лишь об их большей площади питания и не имеет поэтому выдающейся генетической составляющей – в каждом древостое есть 15-18% крупных деревьев.

## **11. 5. Разработка приемов повышения устойчивости водоохранных насаждений**

### **11.5.1. Профилактика процессов соленакопления**

Результаты опыта по профилактике соленакопления в 7-летних культурах тополей в низовьях р. Волги путем их интенсивного (50% от общего числа деревьев) изреживания показали, что за 4 года содержание водорастворимых солей в 3-метровом слое почвы в среднем под лесными культурами выросло на 47%, на варианте с изреживанием (густота 400-500 шт/га) на 31%, а на контроле (густота 800-1000 шт/га) – на 62%. Таким образом, удаление 50% древостоя вдвое уменьшило отложение солей, но не решило проблему. В том же почвогрунте под луговой растительностью не отмечено увеличения количества вредных солей.

Интенсивное засоление мощных луговых почв (до 1,15% в КК) под 7-12-летними культурами тополей объективно способствует ухудшению роста и состояния этих культур в 15-20 лет. Неблагоприятный прогноз солевого и окислительно-восстановительного режима (усиление глееобразовательных процессов при разложении корней, трансформации сульфатов в сульфиды, слитизации почв) позволяет обосновать отказ от производства лесных культур в переходной пойме в южной части Волго-Ахтубинской поймы (В. Д. Шульга, 2002).

### **11.5.2. Ведение безвершинного хозяйства в мягколиственных лесах Волго-Ахтубинской поймы**

Отечественный и мировой опыт свидетельствует, что использование высокого пня как воздуховода для корней в половодье высокоэффективно при восстановлении лесов. Напротив, низкий пенек (ниже приливной волны океана) оставляют, например, при удалении мангров в Африке. Скашивание тростника под полой водой – эффективный прием предотвращения его распространения на луга. Недоучет этого явления в низовьях р. Волги приводит к отсутствию возобновления на вырубках с пнями обычной высоты в пойме низкого и сред-

него уровня под влиянием зимнего и весенне-летнего затопления.

Опыт по безвершинному хозяйству в 20-25-летних ветляниках и тополевицах в низовьях р. Волги выявил, что высокие пни (высота среза определялась наибольшим уровнем весенне-летнего затопления) не только служат воздухопроводом, резервуаром воды, воздуха и питательных веществ, субстратом для ассимиляционного аппарата, водным насосом, но и активно вегетируют. Низкие пни не обладают этими функциями в половодье. Заметим, что диффузия кислорода в воздухе, в том числе содержащемся в кобле, на 4 порядка выше, чем в воде.

По истечении 5 лет после закладки опыта количество живых пней с порослью при безвершинном хозяйстве в культурах тополей составило 80-90%. Ветловые коблы возобновились на 93%. Пни обычной высоты на всех опытах полностью погибли. Через 14 лет после закладки опыта высота верхнего полога коблов лишь на 3-4 м меньше такового в распадающихся материнских древостоях. Состояние деревьев в момент рубки влияет на рост поросли на коблах: поросль суховершинных деревьев растет в 1,2-2,8 раза хуже, чем поросль внешне здоровых деревьев. Поэтому не следует опаздывать с отводом древостоев в рубку.

### 11.5.3. Обоснование необходимости лесопаркового хозяйства во взрослых дубравах

В настоящее время приоритетом в хозяйственной деятельности во взрослых, наиболее часто посещаемых населением дубравах является приведение их в климаксовое состояние ведением безвершинного хозяйства.

Выявлена зависимость количества удовлетворительных коблов безвершинных деревьев от состояния дуба до рубки. Через 4 года после рубки лучшие по состоянию деревья (поврежденные) дали 13, суховершинные 26, усыхающие 44% благонадежных коблов. Парадоксальность результатов (худшие деревья лучше возобновлялись) объясняется множеством старых водяных побегов (зачатков вторичных крон) на усыхающих и суховершинных деревьях. На коблах поврежденных деревьев водяных побегов всегда меньше, они более молодые и располагаются выше уровня среза (3 м над поверхностью почвы). Отмечена тесная корреляция между ростом поросли и количеством водяных побегов на кобле. Чем больше водяных побегов на кобле, тем меньше его заселенность стволовыми вредителями. На 4-й год жизни лучшие коблы имеют вполне сформированную крону, а на 14-й год облиственный кобловый

древостой визуально не отличается от материнского.

Свидетельство былой загущенности материнского древостоя – в 2 раза более низкий коэффициент напряжения роста у поврежденных деревьев по сравнению с усыхающими, что еще раз подтверждает предопределенность усыхания этиолированных дубов. Традиционные приемы поддержания прироста (рубки ухода, борьба с массовыми листогрызущими насекомыми) имеют непреходящее значение, так как при снижении прироста потенциал влагопереноса увеличивается на 21-38%. Последнее означает ухудшение функции древесины дуба как эффективного водного насоса, резервуара влаги и запасных питательных веществ.

Опыт ведения безвершинного хозяйства доказывает отсутствие связи усыхания лесов с биологическим старением дуба. Есть все основания считать, что безвершинное хозяйство в пойменных дубравах вдвое увеличит их долговечность. Но при этом выпас должен быть исключен ввиду усиления эвапотранспирации при подчистке крон на узких гривах переходной поймы, следовательно, уплотнении и осветлении поверхности почв.

Концептуальное изменение стратегии адаптации мелиоративных древостоев степных ландшафтов состоит в предвидении процессов массового усыхания главных древесных пород и в интенсивном профилактическом изреживании насаждений в критическом возрасте. Принцип адаптивного степного лесоводства – лесопарковый климаксовый. Метод создания заведомо устойчивых мелиоративных насаждений интенсивный, безжердняковый, низовой. Способ оценки успешности формирования климаксовых лесопарковых древостоев объективный гидрофизический и экологический. Критерий оценки эффективности поэтапного формирования свойственного климаксовым древостоям особого морфологического типа надземной части деревьев главной породы – коэффициент напряжения роста (интегральный показатель габитуса ствола, кроны и площади питания, имеющий важную гидрофизическую составляющую морфологического облика деревьев).

Концепция экологического обоснования адаптивных лесохозяйственных и лесоводственных приемов, в том числе и приемов климаксового лесоводства, состоит в оценке сложившегося качества лесорастительных условий и в долгосрочном прогнозе изменения условий по мере роста древостоя. Ее реализация в производстве позволит избежать как массового усыхания искусственных и естественных мелиоративных насаждений, так и необратимого изменения качества



почвогрунтов под ними.

Концепция гидрофизического обоснования адаптивных мер климатического лесоводства состоит в учете, направленном качественном изменении основных гидрофизических характеристик древесины и осмысленном формировании функциональной структуры древостоя, отвечающего потребностям общества в длительном мелиоративном влиянии на среду обитания, в неутилитарной и утилитарной рекреации, а также в древесине. Основное звено данного подхода заключено в выявленных в физическом эксперименте фундаментальных специфических константах древесины главных лесообразующих пород: величине ее ПВ под вакуумом и изотерме капиллярного испарения. Они позволяют рассчитать потенциал влагопереноса, диапазоны и лимиты влажности. Гидрофизические константы – ключ к пониманию ранее недоступной для исследователя стороны жизни древесного растения и к созданию новых по облику и долговечности степных древостоев. Это основа оценки прижизненного состояния главной породы и прогноза его дальнейшего изменения.

Высокий потенциал влагопереноса древесины основных лесообразующих пород в границах (0,8-0,6 ПВ) свидетельствует об отсутствии физических лимитов роста в высоту (следовательно, и долговечности). Его чрезвычайно лабильная величина в границах от оптимальной до критической влажности древесины объясняет неизбежность массового усыхания главных пород при естественной или искусственной флуктуации УГВ в поймах или влажности почв на богаре. Это позволяет объяснить также низкую продуктивность и устойчивость водоохраных лесов, ограничивает возможности резкого увеличения долговечности главных пород обычными мерами.

## **11.6. Приемы создания заведомо устойчивых водоохраных лесов**

Во всем обширном регионе юго-востока ЕТР, начиная с юга лесостепи, в среднем ежегодно списывается половина из вновь создаваемых культур, что противоречит объявленной лесопригодности всех типов лесорастительных условий в поймах. Не происходит повышения продуктивности реконструированных малоценных насаждений, на месте ветляников не появились тополевики или даже дубравы. Наиболее крупные ошибки связаны с использованием под лесные культуры мелких дерновых почв и введением непоймостойких пород (вяз приземистый, робиния, сосны...). Иногда в культуры вводится

поймостойкая (тополь черный) и засухоустойчивая (вяз приземистый) породы, но место для посадки выбирается в понижении рельефа на мелких дерновых почвах. По этой причине даже в средний по влажности год вяз погибает от переувлажнения в половодье, а тополь усыхает после паводка от недостатка влаги. До последнего времени в проектах лесоустройства рекомендуют создавать дубовые, кленовые, ясеневые насаждения на месте низкобонитетных осокоревых и ветловых. Причина ошибок – в недоучете биологических свойств лесообразующих пород и лесорастительных свойств почв, меняющихся в сезонных и многолетних циклах. Агротехника создания заведомо устойчивых древостоев состоит в следующем. Лесопригодность почвогрунта и ассортимент древесных пород определяются на основании долгосрочного прогноза изменения водного, солевого и окислительно-восстановительного режима почв и оценки поймостойкости и засухоустойчивости древесных пород. Агротехнику создания выбирают исходя из оценки стратификации почвогрунта по гранулометрическому составу, глубине залегания ГВ в межень, уровню и длительности затопления почвы в паводки низкой вероятности превышения. Основные агротехнические приемы создания лесных культур имеют свои особенности. Если возможен ветровал или почвы погребены песком, то культуры из мягколиственных пород создаются пластами, хлыстами, посадкой в скважины. Если сеянцы непоймостойких пород (дуб) в многоводные годы будут подвержены загниванию корней – используются желуди. Непреходящее значение имеет сплошная подготовка почвы.

Тщательный подбор лесокультурных площадей не уменьшает значения высокого агрофона для успешного роста главной породы. Наилучшие результаты 7-летнего опыта по созданию культур дуба посевом желудей на невозобновившихся вырубках получены по сплошной подготовке почвы (средняя высота дуба  $241 \pm 2$  см), частичной раскорчевке и подготовке почвы лентами 2-4-метровой ширины ( $175 \pm 5$  см). При посеве желудей в борозды с доуглублением их дна на 60 см рыхлителем РН-60 и без корчевки пней, но с дальнейшими уходами в рядах с помощью культиватора КЛБ-70 средняя высота дуба была соответственно в 4,5 и 3,2 раза меньше. Успешно растут 20-летние опытные культуры дуба черешчатого, клена сахаристого, каркаса западного, ольхи черной, гибридных тополей и облепихи на мощных луговых и дерново-луговых почвах не покрытых лесом площадей.

Эффективны приемы плантационного разведения быстрорасту-

щих поймостойких пород (высокий агрофон и посадка пластонами, хлыстами в скважины), обеспечивающие интенсивный рост и профилактику ветровала. Редкая (4,5х4,5 м) посадка крупномерных саженцев в ямы и хлыстов в скважины на глубину 2 и 3 м оказалась одинаково успешной: средняя высота 9-летних тополей составляла 15,1-15,7 м, а диаметр 17,9-21,2 см. При невозможности обеспечения высокого агрофона создание культур быстрорастущих пород в поймах нецелесообразно.

Предрасположенность главных пород в степи к усыханию объясняется сезонной многолетней динамикой климата и гидрологического режима почв и рек. Понимание неизбежности процесса – основа предложенной модернизации приемов степного лесоводства и лесного хозяйства.

В климаксовых парковых древостоях с мощными кронами, в саванных древостоях усыхания или не происходит, или процесс ограничивается безболезненным отпадом части мелких ветвей. Приемы адаптивного климаксового лесоводства и лесного хозяйства (долгосрочный прогноз качества лесорастительных условий; новые критерии лесопригодности лесокультурного фонда, засухоустойчивости и поймостойкости древесных пород; гидрофизическое и экологическое обоснование лесохозяйственных и лесоводственных мер; профилактика ветровала, соленакопления и анаэробнобиоза; сверхинтенсивные – до 60-70% от числа деревьев – рубки ухода, формирующие сбежистые древостои; ведение безвершинного хозяйства в твердолиственных и мягколиственных древостоях) являются альтернативой, принятой в настоящее время системе лесопользования, лесовосстановления и лесоразведения.

Приемы климаксового лесоводства позволяют сформировать древостои с морфологическим типом надземной части, соответствующим плюсовым деревьям, отобранным на юго-востоке России, в степях Украины и в корабельных рощах севера европейской части России. Это, во-первых, подтверждает перспективность использования адаптивных приемов формирования заведомо устойчивых древостоев в аридной зоне; во-вторых, свидетельствует о том, что желаемый результат (коренное повышение устойчивости главных пород) может быть получен значительно быстрее, чем по принятому способу создания селекционно улучшенных лесов.

Смешение и размещение древесных пород, густота водоохраных лесов аридной зоны должны устанавливаться с учетом парамет-

ров морфологического типа деревьев, характерных для климаксовых древостоев данного возраста, что является надежным средством профилактики массового усыхания главных пород, а также выполнения ими неопределенно долго средообразующих функций.

Водоохранные леса являются наибольшими потребителями почвенной влаги, как и вся древесная растительность аридной зоны, поэтому в практической деятельности человека должны быть расставлены приоритеты. Если в аридной зоне необходимо сохранить водные ресурсы в поймах, аренах, приводораздельном фонде и на водоразделах, то важно избежать создания массивных насаждений. Если же приоритетом является сохранение массивных лесов, то следует смириться с неизбежным снижением запасов почвенной влаги, ростом МГВ, увеличением затрат на регулирование густоты лесов и ведение лесопаркового хозяйства.

Наглядным примером расточительства ресурсов ГВ является создание водоохранных лесов на пресных линзах Джаныбекского стационара РАН. В последних израсходование пресных вод на эвапотранспирацию вызвало отмирание древостоев. Такие же последствия будет иметь планируемое создание массивных лесных культур на источниках питьевой воды в Республике Калмыкия, приуроченных к водосборам с легкими почвами.

Отсутствие интенсивных рубок ухода в водоохранных лесах – причина их недостаточной устойчивости. Водоохранные леса – это в первую очередь резервные климаксовые леса России и им требуется постоянное внимание лесоводов.

## **12. ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ ВДОЛЬ ПУТЕЙ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА**

ЗЛН во всех почвенно-климатических зонах России и стран СНГ – эффективное, надежное, долговечное и дешевое средство защиты путей железнодорожного и автомобильного транспорта от негативных природных явлений и антропогенного воздействия.

Лесонасаждения на железнодорожном транспорте защищают полотно и различные инженерные сооружения от снежных, пыльных и песчаных заносов, разрушающего действия водных потоков, селей и снежных лавин; предотвращают оползни и закрепляют осыпающиеся откосы почвогрунтов; прикрывают линии связи, автоблокировки, централизации и сигнализации, контактной сети и движущиеся поезда от вредного воздействия ветров и гололедообразования; препятствуют проникновению на путь безнадзорного скота и диких животных; очищают воздух от механических и химических взвесей, предупреждают загрязнение прилегающих к дорогам территорий продуктами деятельности транспорта, предохраняют от экологически вредных воздействий со стороны примыкающих к ним промышленных и сельскохозяйственных предприятий; выполняют санитарно-гигиенические, оздоровительные и эстетические функции, улучшая условия труда и жизни людей. Можно сказать, что на путях наземного транспорта ЗЛН выполняют функции инженерных сооружений, применяемых в системе мер по обеспечению бесперебойного и безопасного движения на дорогах и повышению их пропускной способности. В общем они имеют не только узковедомственное, но и общегосударственное значение и являются одним из элементов экологического каркаса ландшафтов.

Лесные насаждения искусственного и естественного происхождения, расположенные на землях транспорта, в зависимости от основного функционального назначения разделяются на следующие виды: снегозадерживающие, ветроослабляющие, оградительные, пескозащитные, почвоукрепляющие, противоэрозионные и озеленительные.

## 12.1. Краткие сведения из истории развития защитного лесоразведения вдоль транспортных магистралей

Проблема защиты железных дорог от неблагоприятных природных явлений, прежде всего от снежных заносов, возникла сразу же после открытия движения поездов на магистралях России. Борьба с заносами обходилась очень дорого. По данным статического сборника Министерства путей сообщения, ежегодные расходы только на зарплату рабочим, занятым на расчистке путей, в среднем за 1903-1913 гг. составляли 12 млн руб золотом (200 руб на версту), достигая в отдельные годы 18 млн руб. Но и такие расходы не обеспечивали непрерывность движения поездов – простои достигали нескольких суток и даже недель. В конце XIX в. (при строительстве Закаспийской дороги) появилась не менее острая необходимость в защите дорог от песчаных заносов.

Защита железных дорог от снежных заносов во второй половине XIX в. осуществлялась механическими препятствиями – деревянными щитами и заборами (по предложению инженера Титова, 1863). Но это средство было недостаточно надежным и долговечным, к тому же весьма дорогим. Идея искусственного лесоразведения для защиты железных дорог от неблагоприятных природных явлений возникла и начала осуществляться на бывшей Московско-Нижегородской дороге, где в 1861 г. впервые были посажены 2-рядные живые изгороди из ели для предотвращения заносов пути снегом. Вскоре такие посадки начали создаваться и в других местах. В 1877 г. на бывшей Курско-Харьковско-Азовской дороге лесовод Н. К. Срединский около с. Никитовки начал сажать первые лесополосы из лиственных пород и за 10 лет создал их на протяжении почти 1000 км. Подобные работы не сразу получили положительную оценку путейцев, тем более что в ряде мест заносы железнодорожного пути метельным снегом в отдельные годы оказывались бóльшими, чем до посадки лесополос. Потребовалось участие многих специалистов – лесоводов и лесомелиораторов для выяснения причин подобных результатов и их преодоления. В основном причина заключалась в недостаточной ширине насаждений, которые должны поглощать весь приносимый за зиму снег. Были сделаны расчеты ширины лесных полос (в том числе Г. Н. Высоцким), началось изучение их конструктивных особенностей. В начале XX в. на железнодорожном транспорте России произошел новый подъем защитного лесоразведения, но он сдерживался трудностями в получении необхо-

димой площади земель под лесопосадки из-за частной и общинной собственности на сельскохозяйственные земли. До первой мировой войны (за 52 года) выращено всего лишь 3 тыс км еловых изгородей и около 3,7 тыс км (2526 га) лесных полос. Тогда же (1895) стали применять лесную растительность для защиты путей от песчаных заносов. Наибольшие объемы облесительных работ были выполнены на бывшей Закаспийской железной дороге под руководством лесоведа В. А. Палецкого. Позднее (1907) начаты закрепительные работы на подвижных песках, примыкающих к Астраханской линии бывшей Рязано-Уральской железной дороги под руководством А. А. Ходжаева.

В советское время защитному лесоразведению на железнодорожном транспорте было придано государственное значение. Уже в марте 1921 г. Советом Труда и Оборона было принято специальное Постановление "Об организации древесно-кустарниковых насаждений на путях Республики". Для руководства этими работами в Наркомате путей сообщения был организован специальный отдел, который возглавил крупный специалист в области степного лесоразведения Н. Н. Степанов. Лесопосадочные работы велись дистанциями пути, в штате которых находились специалисты по ЗЛН. Техническое руководство и контроль осуществлялись инженерами и старшим инженером службы пути управлений дорог. Однако в рамках такой организации лесоразведение не получило должного развития, так как создание и содержание ЗЛН не являлось основным делом для дистанций пути. В 1940 г. по решению Коллегии НКПС на железных дорогах были созданы самостоятельные организации – районные производственные конторы живой защиты, а в службах пути управлений дорог – отделы живой защиты. При этой форме организации работ темпы создания лесонасаждений были значительными даже в годы ВОВ (по 2,2 тыс га ежегодно), а в первые послевоенные годы достигли в среднем 7,8 тыс га. Важное значение для развития защитного лесоразведения на железных дорогах имело Постановление СМ СССР от 30 декабря 1949 г. "О плане защитных лесных насаждений вдоль линий железных дорог". В соответствии с этим постановлением в Министерстве путей сообщения были созданы Управление ЗЛН и Центральная семенная контора, а на дорогах – соответствующие службы. Также были созданы 10 отрядов для выполнения проектно-изыскательских работ и 42 лесных питомника. К имеющимся на дорогах 137 районным конторам по живой защите добавились еще 43 лесные защитные станции. В 1955 г. те и другие были реорганизованы в 134 дистанции ЗЛН, которые представляли собой крупные, хорошо

оснащенные необходимой техникой и кадрами специализированные хозяйства. Защитное лесоразведение на железных дорогах оформилось в самостоятельную подотрасль хозяйства. Сформировалась эффективная трехзвенная система управления ЗЛН: в МПС – Управление ЗЛН; на дорогах – службы ЗЛН, на предприятиях – дистанции ЗЛН. За 20 лет со дня выхода указанного постановления посажено и выращено 244 тыс га насаждений общей протяженностью 52 тыс км, что в 2,1 раза больше, чем за 110 предшествующих лет. К моменту распада СССР на полосах земельного отвода железных дорог устойчиво функционировали более 400 тыс га искусственно созданных ЗЛН различного назначения, из них около 60% в России. Экономическая эффективность защитного лесоразведения на железнодорожном транспорте выражается в следующих показателях: снижена в 5-7 раз и более потребность в капитальных вложениях на устройство защитных сооружений; годовая потребность в рабочей силе на очистку дорог от снега на 10-12 млн чел.-дн.; ежегодно сберегаются десятки тыс м<sup>3</sup> древесины, расходовавшейся на изготовление и ремонт щитов и заборов; существенно сократилась потребность в снегоуборочных и снегоочистительных машинах; насаждения осуществляют защиту от загрязнения прилегающих к придорожным посадкам сельхозугодий на площади не менее 1 млн га. ЗЛН позволили ликвидировать тяжелый и опасный труд, применявшийся на перегонах в период метелей, повысить безопасность движения поездов и существенно улучшить экологическую обстановку.

Начавшийся в середине 60-х годов XIX столетия резкий спад внимания к защитному лесоразведению негативно отразился и на лесоразведении вдоль путей железнодорожного и автомобильного транспорта. В системе МПС были упразднены специализированное управление, на дорогах – соответствующие службы реорганизованы в карликовые отделы, во ВНИИЖТ отделение превратилось в малочисленную лабораторию. В настоящее время отмеченные тенденции усугубились, что может привести в недалеком будущем к утрате насаждениями защитных и природоохранных функций и нарушению графиков движения поездов.

## **12.2. Научные основы выращивания и эксплуатации придорожных насаждений**

Развернувшиеся в послереволюционный период большие облесительные работы, необходимость рационализации устройства лесона-



саждений, создаваемых вдоль железных дорог, обусловили разработку научных основ выращивания и эксплуатации этих насаждений с учетом их специфического назначения.

В апреле 1932 г. был создан Сектор живой защиты дорог, возглавляемый проф. Н. Н. Степановым. Им была выполнена большая исследовательская работа, определившая на многие годы техническую политику и практическую деятельность в области защитного лесоразведения на землях железнодорожного транспорта.

Однако исследователи мало внимания уделяли изучению взаимодействия лесных насаждений со снеговетровым потоком, динамики отложения и перераспределения метельного снега внутри насаждений и в своих теоретических построениях и практических рекомендациях не использовали закономерности (уже установленные к тому времени) горизонтального перемещения снежных частиц в приземном слое атмосферы. Им не удалось увязать эти закономерности с результатами своих исследований, полученными при изучении аэродинамических свойств применявшихся тогда на транспорте конструкций лесных полос. В силу этого сформулированное Н. Н. Степановым и А. А. Поветьевым основное требование к придорожным насаждениям резко снижать скорость ветрового потока в полевой опушечной части насаждений оказалось, как показали дальнейшие исследования, необоснованным.

Обобщен и переосмыслен предшествующий 90-летний научный и производственный опыт выращивания и содержания придорожных лесонасаждений. Началась работа по организации на сети дорог опытных участков, прежде всего на дорогах с сильной снего- и пескозано-симостью и тяжелыми лесорастительными условиями (солонцовыми и засоленными почвами).

На заложенных участках изучались водно-физические свойства почв разных типов и их лесорастительный потенциал; испытывался и подбирался для определенных условий местопроизрастания наиболее устойчивый и долговечный ассортимент древесных и кустарниковых пород с высокими защитными свойствами; отрабатывались применительно к различным природным зонам технологии подготовки почв и выращивания насаждений; исследовались аэродинамические, снего- и пескозадерживающие свойства придорожных насаждений разной конструкции; разрабатывались технологии содержания, ремонта и воспроизводства насаждений, а также множество других вопросов, связанных с повышением защитной и экономической эффективности насаждений. На этом экспериментальном материале с учетом достижений в смежных

отраслях знаний (снеговедении, аэродинамике плоских и пространственных решеток, механике многофазных потоков и др.) были разработаны современные научные основы защитного лесоразведения и ведения хозяйства в лесных насаждениях железнодорожного транспорта.

Выполненные сотрудниками ВНИИЖТ исследования показали, что применявшиеся в производстве схемы смешения и размещения деревьев и кустарников по площади насаждений существенно ограничивают применение механизированного труда на всех этапах выращивания и содержания посадок, что существенно снижает их технико-экономическую эффективность.

Общая концепция проектирования, выращивания и содержания придорожных насаждений должна строиться на ясном представлении об аэродинамических и снегозадерживающих свойствах этих насаждений и их составляющих (деревьев и кустарников), меняющихся во времени и пространстве, и естественных закономерностях протекания метельных процессов.

Пионером научного изучения снежных метелей и их взаимодействия с механическими защитами (щитами и заборами) был инженер-путеец Н. Е. Долгов. В начале прошлого века он установил важные закономерности начальной скорости возникновения снеговетрового потока и его пространственной структуры. В 1952 г. руководитель ВНИИЖТ Д. М. Мельник установил зависимость интенсивности снежных метелей от энергии ветра (куба его скорости). В 60-х годах прошлого века ряд важных вопросов механики метелей разработали А. К. Дюнин, А. А. Комаров и другие исследователи. На базе синтеза новейших знаний о снежных метелях к концу 60-х годов Д. М. Мельник заложил основу инженерного снеговедения как прикладной науки о методах оптимального предупреждения вредного воздействия снегопадов и метелей на работу железнодорожного транспорта. Он же на основе данных метеорологических станций разработал аналитический метод расчета величины снегоприноса за зиму к объектам, нуждающимся в защите.

Снеговедами было установлено, что горизонтальное перемещение снежных частиц в приземном слое воздуха в период метелей подчиняется ряду закономерностей: 1) перенос снега возникает при средних значениях скорости ветра 5-6 м/с на высоте флюгера, что соответствует 2,7-3,0 м/с на высоте 1 м от поверхности земли; 2) пространственная структура твердой фазы снеговетрового потока является довольно устойчивой, практически вся масса метельного снега переносится в двухметровом приземном слое атмосферы, в том числе около 90% – в

самом нижнем слое потока высотой 10-15 см; 3) интенсивность метели, т.е. количество снега, транспортируемого ветром в приземном слое атмосферы за единицу времени через единицу длины фронта снеготранспорта, пропорциональна значению скорости ветра, возведенному в третью степень; 4) процессы подъема, переноса и выпадения снега из снеговетрового потока соответствуют изменению скорости ветра.

С учетом этих закономерностей Н. Т. Макарычевым были объяснены причины образования в полевых частях насаждений высоких снежных валов, а также прошлых неудач лесоводов транспорта в работе по регулированию снегоотложения внутри насаждений. В результате определились пути решения этой проблемы.

Первая закономерность в применении ко всем видам придорожных лесонасаждений определяет необходимость создания и содержания посадок на протяжении всей их жизни с такой сомкнутостью крон деревьев и кустарников, при которой скорость ветра на выходе из насаждения (при любой исходной в открытом поле) не превышала бы критическую (пороговую), выше которой начинаются процессы развевания и переноса снега. Это условие в созданных насаждениях всегда обеспечивалось, но все они без особой необходимости выращивались настолько густыми, что скорость ветра снижалась до критической уже в полевой части насаждений, что приводило к образованию высоких (до 5-6 м) снежных валов, разрушающих посадки.

Вторая закономерность свидетельствует о том, что основную работу по аккумуляции метельного снега вначале могут выполнять лишь приземные части тех растений, которые размещены со стороны снегосборной площади, и только после их заноса метельный снег будет задерживаться средней, а затем верхней частями крон деревьев. В силу этого регулировать характер снегоотложения внутри насаждения можно вмешательством в строение его нижнего яруса, начиная с полевой опушечной части. Только тогда ветропроницаемость будет изменяться непосредственно в зоне взаимодействия лесополос со снеговетровым потоком. Специалистами же дорог разреживание насаждений проводилось в верхних ярусах, где снежных частиц в снеговетровом потоке ничтожно мало.

Третья и четвертая закономерности в проявлении метелей отражают количественную сторону переноса и выпадения снега при изменении скорости ветра. Они показывают, что для значительного осаждения снега из снеговетрового потока достаточно небольшого первоначального уменьшения скорости ветра.

Для предупреждения снеголома и лучшего водообеспечения путей частей насаждений необходимо, чтобы метельный снег в течение всей зимы распределялся равномерно по всей ширине насаждения. Теоретически такое распределение снега возможно лишь при одинаковом уменьшении интенсивности метели в период прохождения снеговетрового потока через все насаждение. Пользуясь количественной взаимосвязью между скоростью метельного ветра  $V$  и количеством несомого в нем снега, выражаемой (по Д. М. Мельнику) зависимостью  $i = CV^3$ , где  $i$  – интенсивность метели (г/м·с),  $C$  – коэффициент пропорциональности (г·с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>), Н. Т. Макарычевым для насыщенных полностью снегом ветровых потоков была выведена формула расчета желательного хода изменения скорости ветра внутри насаждений:

$$V_n = \sqrt[3]{\frac{(V - nK) \cdot 100\%}{V}}, \quad (12.1)$$

где  $V_n$  – расчетная скорость ветра в данной точке, % от полевой (исходной в открытом пространстве);  $V$  – полевая скорость ветра, м/с;  $K$  – постоянная величина, характеризующая уменьшение энергии метели, м/с;  $n$  – порядковый номер (считая от полевой опушки насаждения) равноудаленных друг от друга точек, размещенных внутри насаждения.

Построенная по формуле (12.1) и изображенная на рис. 12.1 расчетная кривая 1 показывает, что для равномерного распределения метельного снега по всей ширине насаждения скорость ветра внутри него должна затухать плавно, с небольшим снижением в полевой (примыкающей к снегосборной площади) части посадок, несколько более сильным в средней и очень резким в полевой. Такого уменьшения скорости ветра при прохождении через насаждение в природных условиях добиться невозможно, так как любая, даже однорядная, защита из деревьев и кустарников снижает скорость ветра значительно сильнее. Эта кривая позволяет оценивать аэродинамические свойства насаждений любого конструктивного воплощения и судить о степени их совер-

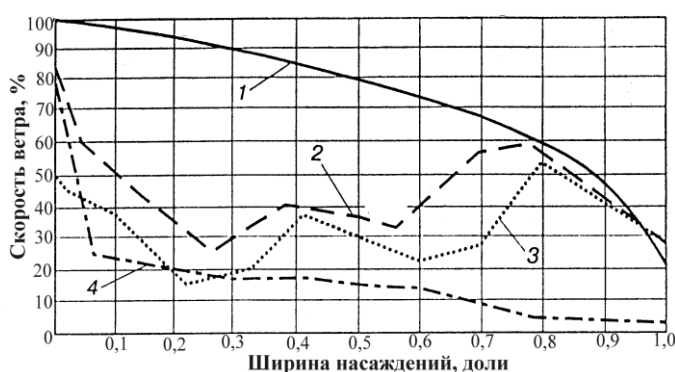


Рис. 12.1. Расчетная (1) и фактические (2-4) кривые изменения скорости ветра внутри 3-рядных лесных насаждений на высоте 1 м:

2 – кустарниковая опушка с подветренной стороны, 3 – однорядные кустарниковые опушки с обеих сторон, 4 – двухрядные кустарниковые опушки с обеих сторон

шенства. Оказалось, что даже применяемые на транспорте системы узких (6-10 м), более ветропроницаемых, полос (кривые 2-4) снижают скорость ветра в полевой части насаждений в 15-20 раз сильнее, чем это требуется для равномерного отложения снега. Вот почему все практические лесоводственные мероприятия вдоль путей железнодорожного транспорта в прошлом не давали ожидаемых результатов.

На основании использования рассмотренных закономерностей в проявлении метелей, теоретических исследований и обобщения богатого практического опыта лесомелиораторов Н. Т. Макарычевым в начале 70-х годов прошлого века была сформулирована принципиально новая основа защитного лесоразведения вдоль линий железных дорог и содержания насаждений в течение всей их жизни. Суть ее заключается в следующем: все виды придорожных лесонасаждений (за исключением оградительных) в районах с выраженной деятельностью метельных ветров необходимо создать и содержать более ветропроницаемыми по всему вертикальному профилю со стороны поля и ветронепроницаемыми с путевой стороны. Этим был перекинут "мост" между инженерным снеговедением и транспортной лесомелиорацией с основами аэродинамики. На стыке этих двух наук во ВНИИЖТ начало оформляться новое научное направление – транспортная инженерная лесомелиорация. Сейчас это направление наукой и практикой признано и решает сугубо инженерные задачи – наиболее рациональную защиту пути от снежных и песчаный заносов.

Исследования аэродинамических и снегозадерживающих свойств насаждений различного строения проводились в натуральных условиях, в безлистном состоянии и в аэродинамической трубе Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта (А. А. Комаров и др., 1973). Изучались одно-, двух-, четырех- и пятирядные полосы и их системы, состоящие из двух полос и более и имеющие различия в их размещении и внутреннем состоянии. Исследовались пять различных вариантов конструкций лесополос, включая контрольный (применяемый на дорогах), с разным коэффициентом ветропроницаемости  $K$  в приземном слое профиля ветрового потока и на большей (до 5 м) высоте. Под этим аэродинамическим показателем понимается отношение минимальной скорости за любой преградой (в данном случае – за лесополосами) к исходной (начальной) перед преградой ( $K = V_{\min}/V_0$ ). В опытах значение показателя колебалось от нуля (контрольный вариант) до 0,65 (опытные варианты). Согласно третьей закономерности в проявлении метелей, выражающей количественную связь между скоростью ветра и

несомого им снега, песка и пыли (о чем говорилось выше) установлена функциональная зависимость между коэффициентами ветропроницаемости, аккумуляции и проноса через преграду твердой фазы ветрового потока при взаимодействии многофазового ветрового потока с защитной преградой (рис. 12.2).

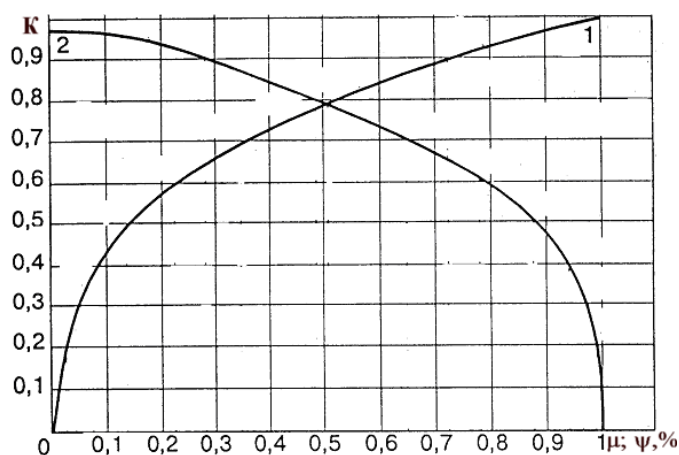


Рис. 12.2. Зависимость коэффициентов переноса  $\mu$  (1) и аккумуляции  $\psi$  (2) от коэффициента ветропроницаемости  $K$

ностью подтвердилась экспериментальным материалом и получила официальное признание.

2. Ветроослабляющее действие лесных полос, при котором происходит выпадение снега из снеговетрового потока, простирается в наветренную от них сторону на расстояние, равное 4-5Н (это было установлено и другими исследователями), а в заветренную – не менее 10Н. Следовательно, в двухполосных и более насаждениях можно проектировать значительно шире (в 2-3 раза) межполосные интервалы, не опасаясь выноса из них метельного снега и отложения его на пути, что позволяет уменьшить площадь земель, занятую лесной растительностью, и затраты на создание насаждений не менее чем на треть.

3. Наибольшими ветроослабляющими и снегозадерживающими свойствами обладают кустарники. Отдельно стоящий сомкнутый кронами ряд кустарника снижает скорость ветра на высоте 1 м от земной поверхности на 35-40% (установлено впервые), что равнозначно использованию однорядных снегозадерживающих механических защит (щитов и заборов). В применявшихся на дорогах конструкциях лесополос количество рядов кустарников во много раз больше, чем требуется для выполнения ими снегозадерживающих функций. Значительно ослабляет скорость ветра и один сомкнутый ряд из густоветвящихся

Результаты экспериментальных исследований аэродинамических и снегозадерживающих свойств лесонасаждений различного строения и вытекающие из них основные выводы и практические предложения в обобщенном виде сводятся к следующему.

1. Разработанная на основе теоретических исследований новая концепция защитного лесоразведения пол-

деревьев (на 26-36%) и меньше всего (на 10-20%) – ряд из рыхлокронных пород, аккумулируя 25-40% приносимого ветром снега, что не было ранее известно. Стало очевидным, что лесополосы с большим количеством рядов (более 4-5) создавать нецелесообразно, что кустарники, как наиболее сильно снижающие скорость ветра, следует вводить в отдельные лесополосы насаждения в необходимом минимуме (не более двух рядов) и размещать или сохранять при рубках ухода и реконструкции насаждений за полосами: непосредственно перед теми местами, где (во избежание повреждения деревьев навалом снега) происходит наибольшее отложение метельного снега, т. е. в заветренных, а не в наветренных (как практиковалось раньше) опушках лесополос и под кронами деревьев.

4. Самое интенсивное снижение скорости ветра происходит в начальный период взаимодействия ветрового потока, когда он входит в наветренную опушку насаждения. Наиболее сильно (на 70-80%) скорость ветра снижается в насаждениях, имеющих сомкнутые ряды кустарников со стороны прилегающей открытой снебосборной площади или под пологом древостоя (контрольные варианты строения). При таком снижении скорости снеговетровой поток полностью очищается от снега. Когда эта часть насаждений не имеет кустарников или когда они размещены только на заветренных опушках лесополос (опытные варианты), интенсивность снижения скорости ветра при его вхождении в насаждения на всех высотах измерения (до 5 м) бывает существенно меньше (на 20-25%), чем на контрольных вариантах, и снег из потока при прохождении через узкие полевые полосы насаждений выпадает не полностью – часть его проносится в глубь насаждения.

5. Повреждения насаждений навалами метельного снега происходят в период зимней и особенно весенней осадки сугроба (явление открыто сотрудниками лаборатории ВНИИЖТ), которая достигает наибольшей величины в зоне гребня снежного вала и верхней трети протяжения его склонов, когда мощные плотные слои снега неоднократно чередуются с не менее мощными рыхлыми слоями. Меньше всего (в 3-5 раз) при равных высотах отложения метельного снега повреждаются насаждения, попавшие в наветренный склон снежного вала. В силу этого конструкция лесополос должна быть такой, чтобы гребень снежного вала с первой же метели начал формироваться прежде всего за полевой лесополосой.

6. Зона выпадения снега за отдельно стоящей лесополосой в начале метельного периода простирается на 4-5Н в наветренную сто-

рону и на 6-8Н в заветренную. По мере образования снежного вала эта зона увеличивается только в заветренную сторону, достигая 10, даже 15Н при заносе лесополосы на полную снегоемкость. Это основа расчета допустимой ширины межполосных интервалов во вновь создаваемых и подлежащих реконструкции посадках.

7. Наилучшими аэродинамическими и снегораспределительными свойствами обладают системы узких (шириной до 12 м) и мало-рядных (2-3) бескустарниковых лесополос с широкими (до 60-70 м) межполосными интервалами. В такой системе лесополос резко (в 2-3 раза) сокращается количество поврежденных отложениями метельного снега растений, а в примыкающей к полю лесополосе, наиболее эффективной в защитном отношении части насаждения, повреждения отсутствуют при любой высоте сугроба. К тому же создание и содержание насаждений, состоящих из системы узких полос с широкими межполосными интервалами, в регионах, где наблюдаются сильные снежные заносы, наименее трудоемко.

8. Выпадение твердых частиц (снега, пыли и песка) из насыщенного потока ветра происходит мгновенно при малейшем уменьшении его скорости под воздействием задерживающей преграды, причем не прямо пропорционально, а по кубической зависимости. При снижении скорости ветра при подходе к преграде не насыщенных твердыми частицами ветровых потоков выпадение частиц из этих потоков начинается только после их насыщения, а при подходе к преградам чистых (без твердых частиц) потоков ветер может разрушать наветренный склон ранее сформировавшихся валов отложения, в результате чего происходит переотложение твердых частиц.

9. Установлено, что максимально возможная высота отложения метельного снега внутри насаждений при равнозначном коэффициенте их ветропроницаемости  $K$  представляет собой функцию высоты лесополос  $H$  и является величиной постоянной для одной и той же высоты. Для характеристики максимальной величины снегозаносимости и сравнительной оценки по этому показателю различных насаждений было введено понятие коэффициента снегозависимости  $K_s$ , представляющего собой отношение средней высоты снежного вала  $h$  (при максимально возможном объеме отложения метельного снега внутри насаждения) к средней (меняющейся у лесополос во времени) высоте верхнего яруса насаждений  $h/H$ . Найдено, что у нерасстроенных взрослых насаждений высотой 6-10 м коэффициент снегозаносимости изменяется в пределах от 0,66 до 0,73, а у молодых – от 0,52 до 0,9. Для



сдачи молодых посадок в эксплуатацию этот коэффициент был принят 0,75. С учетом действующих нормативов расчетных высот отложения снега внутри насаждений были определены и приняты производством нормативы средних высот верхнего яруса молодых посадок при сдаче их в эксплуатацию (Технические указания по созданию сменных и содержанию порослевых лесонасаждений в засушливых районах, 1987).

10. Аэродинамическая картина в зоне действия насаждения до начала метелей позволяет судить лишь об ожидаемом характере снеготложения на начальной стадии формирования снежного вала, месте зарождения его гребня и степени очищения снеговетрового потока от снега в зависимости от аэродинамических свойств лесополос разных конструкций. Однако, как выяснилось, по ней нельзя оценить весь ход изменения аэродинамических и снегозадерживающих свойств насаждений на протяжении всей зимы, так как образовавшийся после первой же метели снежный вал в дальнейшем сам оказывает влияние на снеговетровой поток, изменяя аэродинамические характеристики насаждения и, как следствие, снегозадерживающие их свойства. Ход этих изменений ранее известен не был.

Эксперименты, проведенные в аэродинамической трубе с "чистыми" снежными валами, т. е. без лесополос, показали, что воздушный поток очень чувствителен к микрорельефу вала. Испытывались три стадии формирования вала – начальная, промежуточная и конечная. Формы стадий вала моделировались с натуральных объектов. На всех стадиях формирования снежного вала скорость ветра увеличивалась на наветренном склоне, достигая 130-140% на вершине вала, а в зоне заветренного склона падала, доходя до 40% от исходной. По мере выполаживания заветренного склона происходило уменьшение показателя минимальной скорости ветра, увеличение обтекаемости снежного вала и, как следствие, потеря его аккумулятивной способности.

Установлено, что первые снежные отложения резко снижают ветропроницаемость лесополос и повышают их снегозадерживающую способность. Так, пятирядная лесополоса, имеющая с обеих сторон однорядные кустарниковые опушки (контрольный вариант), сразу становится ветронепроницаемой. Коэффициент ветропроницаемости  $K$ , представляющий собой отношение минимальной скорости ветра за преградой к исходной перед ней  $V_{\min}/V$ , равнялся нулю. Таким он оставался до тех пор, пока вершина снежного вала (на третьей стадии его формирования) не достигла половины высоты полосы (0,5H). Затем коэффициент стал увеличиваться. Аналогичная картина наблюда-

лась и в лесополосе, имеющей кустарниковую опушку с заветренной стороны, а также в бескустарниковой. В первом случае величина  $K$  уменьшилась с 0,52, когда полоса была без снежного вала, до 0,19 на первой стадии формирования сугроба и до 0,1 – на второй, а затем увеличилась на третьей стадии, а во втором случае – соответственно с 0,68 до 0,35 и 0,2. На первой и второй стадиях формирования сугробов лесополосы в состоянии очистить снеговетровой поток от снега полностью и аккумулялировать его в зоне своего действия. В дальнейшем, по мере увеличения высоты снежного вала и выполаживания его склонов, коэффициент ветропроницаемости возрастает, а снегозадерживающие свойства полос все больше и больше ослабляются и полностью исчерпываются, когда высота достигает примерно  $0,7H$  полосы, а уклон заветренного склона вала  $10-11^\circ$ .

В период метелей значения коэффициента ветропроницаемости лесополос  $K$  и связанных с ним коэффициентов снегопронеса  $\mu$  и аккумуляции  $\psi$  снега являются функцией времени действия снеговетрового потока и изменяются от 0 до 1. Установлено, что для полностью насыщенных снегом ветровых потоков эти связи определяются выражениями  $\mu = K^3 = (V_{\min}/V_o)^3$  и  $\psi = 1 - \mu = 1 - K^3 = 1 - (V_{\min}/V_o)^3$ . Они дают возможность по найденным величинам  $\mu$  и  $\psi$  определить необходимое значение  $K$  преграды. Такая потребность возникает при проектировании насаждений в засушливых районах, где важно бывает часть снега (для улучшения влагообеспечения растений) пропустить за полевые полосы в глубь насаждения (см. рис. 12.2).

Зная величину  $K$  преграды, легко вычислить применительно к той или иной высоте измерения граничную (предельную) величину скорости метельного ветра, ниже значения которой полностью исключается возможность пронеса снега к защищаемому объекту даже на самой ранней стадии формирования снежного вала. Для высоты наблюдения на уровне флюгера она, например, находится по выражению  $V_{\phi} = V_{\text{кр.}\phi}/K$ , где  $V_{\text{кр.}\phi}$  – критическая скорость ветра на высоте флюгера (5-6 м/с), при которой скорость ветра полностью утрачивает транспортирующую способность.

К сожалению, аэродинамические исследования в придорожных насаждениях, представляющих собой очень сложную пространственную аэродинамическую решетку с постоянно меняющейся величиной ее просветности, были приостановлены более 10 лет тому назад, хотя исследователи вплотную подошли к интереснейшим выводам и ранее неизвестным закономерным связям между постоянно меняющимися в

природе скоростями ветра и величиной просветности в такой специфической, не имеющей аналогов в технике, жестко нефиксированной пространственной аэродинамической решетке, каковой являются лесные полосы. Здесь ветви, сучья и даже стволы деревьев и кустарников находятся в постоянном колебательном движении, вызывающем демпфирующий эффект, величина которого и просветность решетки изменяются в зависимости от скорости ветра. Количественные характеристики этих связей установить пока не удалось.

### **12.3. Общие сведения о причинах и условиях образования снежных заносов. Повреждение насаждений навалами снега**

Снежные отложения на путях наземного транспорта образуются при свободном выпадении из атмосферы снега (снегопады) и метелях. Обычно снегопады не дают больших отложений снега, сравнительно редко слой снега превышает 15-20 см и, будучи рыхлым (плотностью до  $0,14 \text{ г/см}^3$ ), снег не затрудняет движение поездов, хотя достаточно опасен для автотранспорта. Наибольшую опасность для работы наземного транспорта представляют метели как по объему, так и по плотности ( $0,55 \text{ г/см}^3$ ) отложений снега.

Предупредительной мерой против снежных заносов транспортных магистралей является создание таких условий на пути движения снеговетрового потока, при которых несущийся в нем снег выпадает полностью перед защищаемым объектом.

Существует много классификаций метелей. На наземном транспорте принята классификация по признаку источника появления несомых ветром снежинок. По этому признаку различают верховую метель, когда ветер подхватывает и переносит только падающие снежинки и откладывает их в местах затишья; низовую, когда нет выпадения из атмосферы снега и ветром переносится по поверхности только ранее выпавший снег, и общую, когда верховая и низовая метели протекают одновременно. Сдувание и перенос снега происходят при скоростях ветра более 4 м/с на высоте флюгера.

По степени насыщения ветрового потока снегом метели разделяют на насыщенные и ненасыщенные. Метель считается насыщенной, когда ветровой поток той или иной скорости переносит количество снега, соответствующее его максимальной транспортирующей способности (грузоподъемности). Метель называется ненасыщенной, если в ветровом потоке снега меньше возможной его транспортиру-

ющей способности. При подходе к преграде насыщенного снеговетрового потока при малейшем снижении скорости ветра излишний снег из потока выпадает мгновенно до уровня максимальной его снегоподъемности. При подходе ненасыщенного потока такого выпадения не происходит, даже может произойти развевание ранее отложенного снега с наветренной части снежного вала и пронос этого снега в глубь насаждения.

В нашей стране все дороги зимой в той или иной мере подвергаются снежным заносам. Особенно сильными они бывают в открытых степных районах Западной Сибири, Южного Урала и Приволжья, где имеются большие снегосборные площади, а снегопады нередко сопровождаются сильными ветрами. Здесь за зиму к каждой стороне дороги ветром может приноситься до 300-600 м<sup>3</sup> снега на 1 пог. м пути. В Алейских степях Алтайского края отмечались случаи метельного снегоприноса объемом 1000-1200 м<sup>3</sup>.

Основная задача придорожных лесных насаждений – уменьшить скорость снеговетрового потока до такого предела, при котором снежные частицы полностью выпадают внутри насаждений. Формы отложения метельного снега определяются рядом факторов, среди которых наиболее существенные густота насаждений и ее изменения по поперечному профилю, скорость и направление ветра относительно наветренной опушки насаждения. В насаждениях густых снизу доверху, с кустарниковым подлеском и густой кустарниковой опушкой снежный вал формируется с крутым наветренным и обрывистым заветренным склонами. Метельный снег в таких насаждениях всегда откладывается неравномерно. В полевой части он ложится валом большой высоты (до 5-6 м) и наносит здесь деревьям и кустарникам наиболее сильные повреждения.

Массовый снеголом с изломом основных стволов во взрослых насаждениях обычно отмечается при высоте снежных отложений более 3 м, в молодых насаждениях при высоте 1,5-2,0 м, но особенно сильные повреждения деревьев и кустарников отмечаются в тех частях насаждения, где в сугробе имеется неоднократное переслаивание рыхлых слоев снега с весьма плотными и где мощные плотные слои лежат на рыхлых. К таким частям относятся зона размещения гребня снежного вала и прилегающие к ней участки, особенно с заветренной стороны снежного вала.

Для предупреждения повреждения полевой (наиболее важной) части насаждения снегом, строение этого участка необходимо под-

держивать рубками ухода так, чтобы гребень снежного вала и его заветренная часть уже при первой метели формировались за его пределами. Для этого древостой полевой части насаждений следует содержать в более разреженном состоянии, кустарники (кроме размещенных за полевой частью посадок) по мере необходимости срезать на пень, а при отрицательном влиянии на древостой уничтожать.

Труднее избавляться от снеголома в тех лесополосах двухполосных и многополосных насаждений, которые расположены непосредственно за полевым интервалом, а в однополосных – в средней и даже путевой частях широкой лесополосы. Повреждения деревьев и кустарников на этих участках насаждений наблюдаются не ежегодно, но в годы с большим снегоприносом они бывают более значительными по сравнению с полевыми участками. Здесь при применении одних рубок, направленных на изменение или поддержание нужной конструкции лесополосы, не всегда можно добиться желательных результатов, так как чаще всего эти участки посадок оказываются в зоне аэродинамической тени полевой части насаждения и при больших снегоприносах полностью заносятся снегом.

Наиболее эффективными приемами предупреждения явления снеголома во внутренних частях насаждений старого строения и избавления от последующих работ по уборке поврежденных растений являются следующие:

а) в двух- и многополосных системах насаждений расширение полевого межполосного интервала до 40-50 м за счет вырубki и полного уничтожения деревьев и кустарников, расположенных в зоне сильного снеголома, а в насаждениях, состоящих из трех и более полос, – и за счет ликвидации второй лесополосы;

б) в однополосных насаждениях (преимущественно молодых) устройство продольных разрывов шириной до 20-25 м за счет вырубki лесной растительности в зоне сильного снеголома.

Оценку снегозадерживающих свойств насаждений и эффективности проведенных в них рубок ухода следует проводить на основании данных систематических наблюдений за отложением снежных заносов, получаемых на постоянных или временных контрольных снегомерных пунктах, закладываемых на поперечных створах в направлении от поля к пути, и ежегодного визуального осмотра характера отложения метельного снега в течение зимы под воздействием насаждений различного строения. Если гребень снежного вала в насаждении начинает формироваться в полевой опушке или в непо-

средственной близости от нее и при этом происходит быстрое увеличение высоты снежного вала с крутым наветренным склоном и обрывистым заветренным, это означает, что полевая часть насаждения чрезмерно плотная и необходимы разреживание древостоя, срезка кустарников, размещенных под пологом древесных пород, и срезка (частичная или полная) рядов полевой кустарниковой изгороди. Если высота гребня снежного вала в период интенсивных метелей увеличивается медленно, а склоны формируются пологими и длинными, примерно с одинаковыми уклонами, это свидетельствует о том, что в насаждении (для поддержания нужных защитных свойств) не требуется проведения снегорегулирующих рубок ухода. Если такой характер снегоотложения после проведенных рубок ухода привел к выносу снега через путевую опушку насаждения, это означает, что интенсивность рубок была слишком высокой. Если же вынос метельного снега за путевую опушку отмечается в насаждении, не подвергшемся рубкам ухода, то это свидетельствует о том, что такое насаждение излишне ветропроницаемо или его ширина недостаточна для поглощения расчетного количества снега. В таких насаждениях недопустимы никакие виды рубок ухода. В них следует назначить и проводить, причем обязательно в ранневесенний период, частичные возобновительные рубки, которые способствуют повышению густоты и уменьшению ветропроницаемости посадок в приземной части.

Нормально работающим по задержанию и аккумуляции метельного снега следует считать такое насаждение, у которого гребень снежного вала начинает формироваться не ближе 10-12 м от крайнего полевого ряда или в межполосном интервале непосредственно за полевой полосой. К нормально работающим относятся и те насаждения, у которых формирование гребня снежного вала начинается в полевой опушке или около нее, но после достижения высоты 1,0-1,2 м гребень вала сразу же или быстро продвигается в глубь широкого (более 20 м) однополосного насаждения или выходит в полевой межполосный интервал двух- и многополосных насаждений. В таких насаждениях для улучшения снегоотложения и предупреждения снеголома не требуются рубки ухода.

#### **12.4. Проектирование защитных лесных насаждений вдоль дорог**

Защиту объектов наземного транспорта от неблагоприятных для его функционирования природных явлений, а прилегающую к дорогам окружающую природную среду от воздействия вредных техногенных

нагрузок, как правило, следует осуществлять с помощью древесной и кустарниковой растительности. Это требование не должно являться обязательным только для объектов, прилегающая территория которых относится к лесонепригодной. К таким земельным участкам следует относить в лесотундровой зоне участки с близким (0,5 м и выше) уровнем залегания вечной мерзлоты; в лесной и лесостепной зонах переувлажненные и сильно осолоделые участки, не доступные для осуществления дренажных мероприятий и других видов мелиорации; в степной зоне участки земель с содовыми солонцами и зональными почвами, в комплексе которых площадь, занятая солонцами разных видов, превышает 50%; в сухостепной и полупустынной зонах участки зональных почв, в комплексе которых площадь степных солонцов, сильно засоленных почв и солончаков превышает 25%; во всех зонах участки территорий с сильно каменистыми почвами.

Каждое территориально обособленное ЗЛН должно создаваться по индивидуальному технорабочему проекту, разработанному и утвержденному в соответствии с порядком, установленным федеральными органами управления наземным транспортом и действующими нормативно-техническими документами.

#### 12.4.1. Расчет размеров полосы земельного отвода

Проектируемые снегозадерживающие, ветроослабляющие и почвоукрепляющие лесные насаждения на перегонах и вокруг станций должны обеспечивать задержание максимального расчетного годового объема приносимого к пути метельного снега с вероятностью превышения на орошаемых и осушенных землях, пашне, земельных участках, занятых многолетними плодовыми насаждениями и виноградниками, 10%, а на остальных землях 7%.

По степени снегозаносимости – величине метельного снегоприноса к одной стороне дороги, равному максимуму за 10-15 подряд идущих лет, – участки пути разделяются на слабозаносимые, когда расчетный годовой объем снегоприноса не превышает 100 м<sup>3</sup>/пог. м; среднезаносимые – от 101 до 300; сильнозаносимые – от 301 до 600 и очень снегозаносимые – при снегоприносе более 600 м<sup>3</sup>/пог. м.

Размеры снегоприноса к конкретному участку пути и иному объекту защиты за какую-либо зиму или ряд зим можно получить аналитическим методом или на основании систематических натурных замеров снегоотложения у защит на ближайших участках пути, имеющих

одинаковые с ним румбы направления линии дороги, размер, характер и состояние прилегающей снегосборной площади.

Ширина земельного отвода для создания снегозадерживающих, ветроослабляющих и почвоукрепляющих лесонасаждений в районах с выраженной метельной деятельностью ветров должна определяться исходя из расчетного годового объема приносимого метелями снега на 1 пог. м фронта защиты объекта и установленной применительно к почвенно-климатическим зонам расчетной высоты отложения снега внутри насаждения:  $V = S_p/h_p$ , где  $S_p$  – площадь поперечного сечения размера снегоприноса, численно равная расчетному годовому объему приносимого к объекту защиты снега принятой вероятности превышения;  $h_p$  – расчетная высота отложения снега внутри насаждения, м.

Расчетная высота снежных отложений внутри насаждения в верхнем пределе ограничивается максимально допустимой высотой снегоотложения, равной 3 м, при которой не происходит сплошного излома деревьев и кустарников под воздействием снежных масс. Вместе с тем она должна определяться исходя из быстроты роста и максимально возможной высоты древесных пород в конкретных условиях местопроизрастания к периоду сдачи насаждения в эксплуатацию. При этом следует учитывать, что в молодых посадках метельный снег может отложиться высотой, равной  $\frac{3}{4}$  высоты наиболее быстрорастущих в полосе пород. Для основных почвенных разностей расчетная высота снегоотложения устанавливается в следующих размерах: на серых лесных почвах и черноземах всех видов (кроме солонцеватых) 3 м; на солонцеватых черноземах, подзолистых и темно-каштановых почвах 2,5 м; на каштановых, светло-каштановых, бурых и сильносмытых почвах всех типов, а также почвах солонцового комплекса 2 м.

Для защиты дорог от песчаных заносов фитомелиоративными средствами ширина полосы земельного отвода на песчаных аренах юго-востока европейской части России должна равняться с каждой стороны пути 300 м на заросших и 500 м слабо заросших и подвижных песках.

Снегозадерживающие, ветроослабляющие, оградительные и почвоукрепляющие насаждения должны размещаться на расстоянии не ближе 5 м от нагорных и водоотводных канав, кюветов, резервов, а также других устройств транспорта, расположенных в полосе земельного отвода.

Ближайший к железнодорожному полотну ряд посадок должен размещаться на расстоянии не менее 15-20 м от оси крайнего пути. Расстояние между бровкой откоса выемок, а при наличии водоотвод-



ных канав – бровкой их откоса и защитным насаждением должно быть не менее 5 м.

Крайний к полю ряд ЗЛН любого назначения необходимо размещать от внешней границы полосы земельного отвода на расстоянии 3 м, а в сухостепных и полупустынных районах 4-5 м. Это пространство следует постоянно содержать в рыхлом и чистом от сорняков состоянии.

#### 12.4.2. Общее строение защитного насаждения и конструкции лесных полос

Под строением защитного насаждения следует понимать характер размещения лесной растительности на площади земельного отвода. Отведенная площадь может быть занята полностью древесной и кустарниковой растительностью или частично – в виде отдельных лесных полос и куртин, отстоящих друг от друга на расчетном расстоянии.

В зависимости от количества запроектированных лесных полос насаждения следует разделять на одно-, двух-, трех- и многополосные. Однополосные насаждения создаются при величине снегоприноса к той или иной стороне пути объемом до 100 м<sup>3</sup>/пог. м, двух- и трехполосные – от 101 до 300; трех- и четырехполосные – от 301 до 600; четырехполосные и с большим числом полос при снегопереносе более 600 м<sup>3</sup>/пог. м.

По характеру взаимодействия лесных полос с ветровым потоком (ветропроницаемости), т. е. по конструкции, лесные полосы делятся на непродуваемые, ажурные и продуваемые.

Количество лесополос в насаждении, их ширина, породный состав, размеры межполосных интервалов и другие параметры посадок должны устанавливаться в зависимости от конкретных условий местопроизрастания и расчетной величины снегоприноса. Чем больше снегозаносимость, тем шире следует проектировать межполосные интервалы (особенно полевые), и чем суше климат и беднее почвы, тем уже должны быть лесополосы и шире междурядья.

Однополосные лесонасаждения в районах со сравнительно благоприятными лесорастительными условиями (до северной границы зоны южных черноземов) следует проектировать только на участках с шириной полосы отвода под посадки до 35 м, а в районах с неблагоприятными условиями (южнее указанной границы) до 25 м. Двухполосные насаждения, являющиеся наиболее рациональными и простыми в экс-

плуатации, необходимо создавать на участках с шириной полосы отвода в пределах от 25-35 до 90 м, трехполосные 90-150, четырехполосные и с большим числом полос – более 150 м.

В двухполосных насаждениях путевые лесополосы с целью полного очищения ветрового потока от метельного снега необходимо создавать более широкими (20-25 м), чем полевые. В трех- и многополосных насаждениях все лесополосы, как правило, должны быть одинаковыми по ширине.

В насаждениях, состоящих из нескольких лесных полос, наиболее широким следует проектировать первый к полю межполосный интервал. Размеры этого интервала, а в насаждении с числом лесополос более двух и размеры второго интервала должны определяться с таким расчетом, чтобы в них могла отложиться в течение большинства зим расчетного периода основная масса приносимого метелями снега. Ширину полевого интервала при углах основного переноса снега (по отношению к защищаемой стороне объекта), колеблющихся в пределах 60-90°, необходимо проектировать следующих размеров: для двухполосных насаждений до 45 м, трехполосных от 50 до 60, четырехполосных и более 60-70 м.

На участках пути с большой шириной полосы отвода и сильной снегозаносимостью, где создаются многополосные насаждения с увеличенными (до 40-50 м) интервалами, следует проектировать и вторые (от поля) межполосные интервалы. Все остальные межполосные интервалы закладываются шириной 20-25 м.

#### 12.4.3. Ассортимент древесных и кустарниковых пород и схемы их смешения и размещения

Наибольшую ценность для лесонасаждений, создаваемых в районах с выраженной метельной деятельностью ветров, представляют долговечные и устойчивые древесные породы с быстрым ростом, негустым ветвлением, хорошими побегопроизводительностью и устойчивостью от навалов больших масс снега. Наиболее устойчивыми против снеголома являются ель, дуб, ильмовые, ясень, береза, лиственница, гледичия, клен (за исключением ясенелистного), акация желтая, лещина и жимолость татарская.

Ширину междурядий следует определять в зависимости от почвенно-климатических условий. Вместе с тем междурядья должны позволять использовать средства механизации на всех этапах выра-

щивания и содержания насаждения. Для лесной, лесостепной и степной зон наиболее рациональны междурядья 3-5 м, в условиях сухой степи (зона южных черноземов и каштановых почв) 5-6 и в полупустынных районах 6-9 м.

Расстояние между растениями в ряду при создании насаждений сеянцами в лесной и лесостепной зонах должно равняться 1,0-1,2 м, в степной 1,2-1,5, сухостепной и полупустынной 1,5-2,0, а при строчно-луночном посеве желудей и орехов 1,0-1,2 м.

## **12.5. Эксплуатация придорожных защитных лесных насаждений**

Защитная эффективность искусственных и естественных насаждений в основном зависит от их состояния, которое во многом определяется своевременным и высококачественным выполнением необходимых планово-предупредительных работ и интенсивностью воздействия на насаждение неблагоприятных природных явлений и антропогенных факторов.

По степени защитной эффективности все виды придорожных насаждений разделяют на следующие четыре категории: высшая защитная эффективность (1 балл) – насаждения, которые способствуют аккумуляции расчетного годового количества снега и распределению его по всей ширине или сравнительно равномерно, или отложению основной массы приносимого метельного снега в межполосных интервалах и исключению снеголома; пониженная (2 балла) – насаждения, которые также полностью аккумулируют расчетное годовое количество метельного снега, но характер его распределения и динамика отложения таковы, что вызывают в отдельных частях насаждения в многоснежные и метельные зимы сильный снеголом, приводящий к ослаблению защитных свойств; низкая (4 балла) – насаждения, из которых снег даже в пределах годового расчетного количества в отдельные зимы выносятся в сторону пути; очень низкая (5 баллов) – насаждения, случаи выноса снега из которых не единичны.

В насаждениях первой категории могут потребоваться только выборочные санитарные рубки; второй категории проводятся рубки ухода; третьей – капитальный или восстановительный ремонт в комплексе (если в этом возникает необходимость) с рубками ухода, а также с теми или иными реконструктивными мероприятиями; четвертой – коренная реконструкция или полная замена старых насаждений.

Назначение всех видов работ по рубкам ухода за насаждениями

следует проводить по правилам и нормам, регламентированным Техническим руководством по рубкам ухода в ЗЛН железнодорожного транспорта (1999). Очередность проведения этих работ должна устанавливаться исходя из лесоводственной и защитной потребности в них.

Капитальный и восстановительный ремонты следует назначать в насаждениях, в которых агротехническими приемами, рубками ухода и выборочными санитарными рубками невозможно поддержать надлежащую жизнеспособность и обеспечить необходимые защитные и природоохранные качества.

В настоящее время многие лесные насаждения на путях наземного транспорта, состоящие из лиственных пород, достигли или достигают предельного возраста, за границами которого невозможно будет получить надежный последующего порослевого поколения лес вследствие возможной утраты ими порослевозобновительной способности (возраста порослевозобновительной спелости). Поэтому лесовозобновительные мероприятия в таких насаждениях становятся работами первостепенной важности. Вследствие трудоемкости их относят к категории работ капитального ремонта и, как правило, назначают в насаждениях третьего возрастного периода с целью предупреждения их отмирания и распада или в сильно усыхающих насаждениях более ранних возрастных периодов (второго и даже первого).

Предупреждение распада насаждений и полное восстановление защитных свойств следует обеспечивать своевременным проведением системы мероприятий по порослевому и семенному возобновлению. В лиственных древостоях первому из них необходимо отдавать предпочтение, так как оно более дешевое, менее трудоемкое и обеспечивает непрерывность защитного действия в период смены поколений леса. Примерный возраст возобновительной спелости древесных пород (предельный возраст), при котором они еще в состоянии давать полноценное порослевое поколение, приведен в Указаниях по лесомелиоративному устройству в ЗЛН железных дорог СССР (1991).

Возобновительные рубки в лиственных насаждениях, как правило, следует проводить в два приема с тем, чтобы обеспечить непрерывность в защитном и природоохранном их действии. Только в сильно расстроенных снегозадерживающих насаждениях допускается их осуществление в более чем в два приема. После первого приема последующие рубки во всех видах насаждений необходимо назначать по достижении порослевым поколением леса расчетной высоты, соответствующей рекомендациям Технических указаний по созданию се-

менных и содержанию порослевых защитных лесонасаждений в засушливых районах и других указаний (1987).

Реконструктивные мероприятия проектируются при проведении в насаждениях следующих видов капитального и восстановительного ремонтов:

возобновительные рубки в лиственных и хвойно-лиственных древостоях для расширения междурядий;

реконструктивные рубки в лесополосах с целью улучшения их защитных и природоохранных функций;

мероприятия по улучшению состава насаждений удалением из них нежелательных или несоответствующих условиям местопроизрастания древесных и кустарниковых пород;

увеличение межполосных интервалов в двух-, трех- и многополосных насаждениях;

устройство межполосного интервала или технологического коридора в широких лесополосах или естественных лесах;

превращение системы многорядных широкополосных насаждений в систему узкополосных;

исправление насаждений, поврежденных неблагоприятными природными явлениями или пострадавших от нерациональной деятельности человека.

Воспроизводство (лесовосстановление) насаждений на месте утративших свою жизнеспособность и защитные функции, оцениваемые баллом 4, если в процессе изысканий выяснится, что лесорастительные условия этих территорий позволяют вырастить здесь новые, удовлетворяющие основному их назначению. Если же таких лесорастительных условий нет, то расстроенные насаждения списываются с баланса основных фондов хозяйства и не восстанавливаются.

Полная замена старого насаждения на новое проводится на всей его площади одновременно или на какой-либо части. К одновременной замене на всей площади следует прибегать в посадках, расположенных вдоль не заносимых снегом или песком участков пути, а также заносимых в случае полной их гибели и утраты защитных функций. Замена в два приема должна проводиться в сильно расстроенных, но еще частично осуществляющих защитные функции насаждениях, ограждающих заносимые участки пути. В первый прием необходимо назначать наиболее расстроенные части насаждения. В засушливых регионах таковыми чаще бывают путевые части насаждений. После того, как новые посадки подрастут, следует приступать ко

второму этапу замены.

Создание новых посадок проводится после раскорчевки старых, но уже по конструктивным параметрам, схемам смешения и размещения древесных и кустарниковых пород и технологии их выращивания, изложенным в действующих нормативно-технических руководствах (1989, 1991, 1997).

## 13. ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ НА ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

### 13.1. Нарушенные земли и их агролесомелиорация

В результате все усиливающейся многосторонней деятельности человека на планете происходит изменение не только самой поверхности земли, но и ландшафта территорий.

При разрушении сложения почвы, ее генетических горизонтов и почвообразующих пород формируются аброземы (карьеры, траншеи, кюветы, окопы, воронки и др.), а при отложении на поверхности почвы техногенных осадочных и горных пород – стратоземы (песчаные насыпи, терриконы, отвалы, хвостохранилища и др.).

Генезис нарушенных земель весьма разнообразен и специфичен. Учет этих земель не упорядочен. Обычно их относят в группу прочих, неудобных земель. Вместе с тем размытые земли, овраги, оползни, а также насыпные песчаные земли изучены довольно основательно и материалы об их свойствах, возможности рекультивации изложены в специальной литературе в разделах эрозии и дефляции почв.

Термин "рекультивация нарушенных земель" впервые упоминается И. В. Лазаревой (1989), осветившей опыт рекультивации за рубежом. На юго-востоке России большой опыт рекультивации земель имеется в Ставропольском крае (Д. С. Дзыбов и др., 2003), на Курской магнитной аномалии (КМА).

*Рекультивация земель* – комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в интересах общества. Это новое и сложное направление в науке и производстве приобретает все более актуальное значение во всем мире и требует постоянного внимания к этой проблеме.

Первые письменные свидетельства о посадке древесных пород на отвалах появились в Германии (1784 г.). В 1907 г. в этой стране были созданы на нарушенных почвах культуры дуба красного, сохра-

нившиеся до нашего времени. В США работы по восстановлению техногенных земель были осуществлены в 1918 г. в штате Индиана, где с успехом был заложен фруктовый сад. В странах Центральной Европы, в Украине, Эстонии, Грузии, Казахстане и в наиболее развитых регионах России (Подмосковье, Кузбасс, Урал, ЦЧП и др.) этой проблемой начали заниматься в середине 50-х – конце 60-х годов прошлого века; широкий размах она получила в последующие 40 лет.

Рекультивация земель осуществляется в три основных этапа:

*подготовительный*, включающий обследование и типизацию нарушенных территорий, определение лесопригодности, изучение специфики условий на техногенных землях, установление направлений и целевого использования восстанавливаемых площадей, обоснование требований к последующим этапам, составление технико-экономических обоснований, разработку технорабочих проектов по рекультивации и проведение различных организационных работ и мероприятий;

*технический*, включающий подготовку площадей для последующего целевого использования в народном хозяйстве, – планировка, формирование откосов, снятие, транспортировка и нанесение плодородных пород на рекультивируемые земли, строительство дорог, мелиоративных и гидротехнических сооружений и другие мероприятия;

*биологический*, состоящий из мероприятий по восстановлению плодородия субстратов после технической рекультивации, – агротехнические и фитомелиоративные работы, направленные на возобновление флоры и фауны, целевое использование рекультивируемых территорий с целью повышения их производительности.

Рекультивация имеет *направления (виды)*, характеризующиеся специфическими приемами, зависящими от целевого использования нарушенных земель в народном хозяйстве:

сельскохозяйственное – создание сельскохозяйственных угодий;  
лесохозяйственное – создание лесных насаждений различного назначения: противоэрозионного, почвозащитного, лесопаркового и озеленительного;

рыбоводческое – использование пониженных форм рельефа для рыбоводческих водоемов;

водохозяйственное – создание водоемов различного назначения;

рекреационное – создание объектов отдыха;

санитарно-гигиеническое – биологическая или техническая консервация нарушенных земель, оказывающих отрицательное влияние на окружающую среду, рекультивация которых для использования в



народном хозяйстве экономически неэффективна;

строительное – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для промышленного и гражданского строительства.

Высокую эффективность в рекультивации имеют фито- и лесомелиоративные мероприятия, которые подразделяются на профилактические, санитарно-гигиенические, озеленительные, сельскохозяйственные, лесохозяйственные, противоэрозионные и лесопарковые, применяемые в зависимости от видов, способов формирования, свойств техногенных земель, их возраста и состава горных пород, а также от климатических условий и биологических особенностей растений (Я. В. Панков, 1996).

Техногенные земли являются новой категорией лесокультурных и лесомелиоративных площадей, которые ничего общего не имеют с естественными и представляют собой специфический объект для биологической деятельности. Их можно классифицировать на следующие четыре вида – карьеры, отвалы, хвостохранилища и промышленные площадки.

По данным института Центргипроруда, на долю карьеров приходится 20,6% общей площади нарушенных земель. При разработке месторождений глубинного типа формируется цилиндрическо-конусная форма *карьера* глубиной до нескольких сотен метров (230 м) при площади несколько квадратных километров. Вскрышные горные породы извлекаются и перемещаются из карьера различными способами. В общем виде карьер представляет собой отдельные уступы высотой до 15 м, сужающиеся ко дну. Мощность вскрышных пород на различных месторождениях находится в пределах 3-80 м. Так, наибольшая масса в общем объеме вскрышных пород Лебединского карьера приходится на песок (меловая система), Михайловского – на четвертичный суглинок и глины (четвертичная, юрская и девонская системы) и Стойленского – на меломергель (меловая система).

Нарушенные земли в карьерных выемках подразделяют на сухие, умеренно влажные, кратковременно переувлажненные и заполненные водой; отвалы и земляные насыпи – на иссушенные, нормально увлажненные и избыточно увлажненные.

*Отвалы* занимают значительные площади (46,2%) нарушенных земель. Они формируются различными способами: раздельным, валовым и селективным. При этом используются различные типы экскаваторов, гидро-, авто- и железнодорожный транспорт, а также консольные отвалообразователи.

Отходы обогатительных фабрик по переработке руды складываются в *хвостохранилищах*.

В связи с биологической рекультивацией горные породы делят на пригодные, малопригодные и непригодные.

Пригодные породы разделяют на плодородные и потенциально плодородные. К плодородным относят те, у которых плодородный слой почвы с содержанием гумуса более 2% для степной и лесостепной зон и более 1% для лесной и полупустынной зон, с реакцией среды от слабокислой до слабощелочной, содержанием солей менее 0,2%, поглощенного натрия не более 5% от емкости поглощения; сумма физической глины (< 0,01 мм) от 10 до 75%. Потенциально плодородные породы того же гранулометрического состава, но несколько беднее гумусом, рН 5,5-8,4, сумма токсичных солей до 0,4%, гипса до 10 и карбонатов до 30%.

Малопригодные по физическим свойствам породы включают быстро выветривающиеся полускальные субстраты с удовлетворительными химическими свойствами; несвязные породы легкого гранулометрического состава с физической глиной до 10%; связные тяжелые породы – более 75%. По химическому составу к ним относят кислые породы (рН 4,5-5,5) с содержанием подвижного алюминия 3-18 мг/100 г; засоленные породы (токсичных солей 0,4-0,8%, гипса 10-20, карбонатов 30-75, поглощенного натрия 5-20% от емкости поглощения). Малопригодные породы после мелиорации (известкование, гипсование, промывка, пескование, глинование) используют под лесонасаждения различного назначения; после проведения специальных агротехнических мероприятий – под кормовые угодья и в качестве подстилающих под пашню. Пойменные и глауконитовые пески с содержанием физической глины 5-10% используют под лесонасаждения без специальных мелиораций.

Непригодные по физическим свойствам породы представляют собой трудно выветриваемые скальные и полускальные магматические и метаморфические породы. По химическому составу они включают высоко-сульфидосодержащие, характеризующиеся очень сильной кислотностью (рН < 3,5) и содержанием подвижного алюминия свыше 18 мг/100 г; сильнозасоленные, загипсованные, сильнокарбонатные – с суммой токсичных солей более 0,8%, содержанием гипса свыше 20% и карбонатов свыше 75%, поглощенного натрия более 20% от емкости поглощения. Эти породы не оставляют на поверхности, складывают в основание образуемых отвалов.

*Ассортимент древесных пород и кустарников для рекультива-*

*цш.* В связи с большим разнообразием лесорастительных условий при лесоразведении на нарушенных землях могут быть использованы разные виды деревьев и кустарников. Но их состав обычно ограничивается плодородием вскрышных пород, климатическими условиями местности, целевым назначением насаждений и ценностью отдельных видов. Они должны отличаться высокой устойчивостью к неблагоприятным экологическим условиям, обладать хорошей мелиорирующей и хозяйственной ценностью.

На всех горных породах отличные результаты по приживаемости и росту имеют облепиха, акация белая и желтая, ольха серая, лох узколистный и при достаточном увлажнении тополя и ивы. Кроме этих видов, при лесоразведении на отвалах без землевания на бедных песках выращиваются сосна крымская и обыкновенная, шелюга; на меломергелях – клен ясенелистный и шелюга; на песчано-меловых смесях – береза повислая, вяз мелколистный, клен ясенелистный, сосна крымская и обыкновенная, рябина обыкновенная; на глинах и четвертичных суглинках – береза повислая, бузина красная, вяз мелколистный, груша лесная, дуб черешчатый, ель обыкновенная, жимолость татарская, клен остролистный и ясенелистный, лещина обыкновенная, малина обыкновенная, спирея калинолистная, рябина обыкновенная, сосна крымская и обыкновенная, черемуха обыкновенная и яблоня лесная.

В условиях степной зоны в Ставропольском крае в карьерах и отвалах на супесчаных субстратах с известняками и ракушечниками Д. С. Дзыбов и Т. Ю. Денщикова (2003) предлагают сажать тополь черный, лох узколистный, абрикос обыкновенный, робинию псевдоакацию, гледичию трехколючковую, орех черный, сливу колючую, шиповник собачий; на песчаных субстратах, кроме рекомендованных, – сосну Палласа, ясень обыкновенный, дуб черешчатый, клен полевой, ракитник русский; на щебенистых субстратах – шиповник собачий, боярышник. При улучшении бедных горных пород (мела и глины) путем пескования ассортимент древесных пород и кустарников значительно расширяется.

В посадках общего хозяйственного назначения и полезащитных полосах эффективны дуб, сосна, береза, тополь в комбинации с сопутствующими породами и кустарниками по общепринятым схемам смешения при защитном лесоразведении бросовых естественных земель. При создании лесопарковых насаждений в состав лесных культур вводят декоративные деревья и кустарники.

Из всего ассортимента пород, рекомендуемых для профилак-

ческого и санитарно-гигиенического направлений биологической рекультивации, особого внимания заслуживают тополь белый, облепиха крушиновая, ольха серая и акация белая, которые характеризуются высокими противозэрозийными, мелиоративными (благодаря обильному естественному расселению корневыми отпрысками на соседние участки) и эстетическими свойствами. При этом возникает комбинированный (сочетание искусственного и естественного) способ расселения растений, которым человек должен научиться управлять.

В противозэрозийные защитные насаждения на нарушенных землях вводится до 50% кустарников. На песках, меломергелях и токсичных грунтосмесях часто выращивают чистые культуры только из кустарников.

При выращивании насаждений различного назначения в лесные культуры необходимо вводить почвоулучшающие породы, особенно азотфиксирующие: ольху серую и черную, акацию белую и желтую, облепиху, лох узколистный. Смещение главных, сопутствующих и почвоулучшающих пород проводится с учетом возможного их взаимовлияния.

Техногенные земли практически не зарастают в течение первых 5-20 лет, зарастание в последующие годы протекает очень медленно и часто в нежелательном направлении. Поэтому горные предприятия вместе с добычей полезных ископаемых обязаны приводить нарушенные земли в состояние, пригодное для их последующего использования в народном хозяйстве. На горнотехническом этапе рекультивации следует обеспечивать формирование благоприятных условий в корнеобитаемом горизонте для последующего биологического освоения нарушенных земель. Для этого применяется селективная отсыпка горных пород в отвалы, при которой происходит захоронение не пригодных для биологической рекультивации почвогрунтов и формирование на их поверхности грунтосмеси с более благоприятными свойствами. Однако селективная отсыпка горных пород не всегда возможна. В силу этого применяют следующие технологические приемы:

пескование пахотного слоя на меломергельных горных породах – на поверхность выровненных отвалов наносится слой песка 15-20 см, который перемешивается с меломергелем при отвальной глубокой вспашке, последующем безотвальном рыхлении, дисковании и бороновании;

промывные поливы на токсичных горных породах с нормой, рекомендуемой для полезащитного лесоразведения на засоленных почвах;

укладка на песчаные отвалы водупорного суглинистого гори-

зонта и сверху него смеси пород в оптимальном соотношении;

полное захоронение плотных глинистых пород под слоем песка мощностью до 50 см и нанесение на них растительного слоя почвы мощностью до 50 см.

Лесокультурные работы на отвалах, как правило, необходимо начинать сразу после завершения горнотехнических работ по их формированию, так как в последующие годы происходит зарастание отвалов сорняками и сильное уплотнение пород, что обуславливает необходимость применения более сложной технологии выращивания лесных насаждений. В то же время на участках, где возможно сильное оседание горных пород с образованием провалов, рекомендуются более поздние сроки начала лесокультурных работ – через 4-5 лет и более после отсыпки отвалов.

В лесостепных и степных районах лесные насаждения на рекультивируемых землях создаются весной и осенью. Весенние посадки проводятся за 7-10 дней до начала лесокультурных работ на зональных почвах, осенние – за 15-20 дней до наступления устойчивых заморозков. При использовании посадочного материала с закрытой корневой системой сроки посадки значительно расширяются.

На нарушенных землях легкого гранулометрического состава и рыхлого сложения возможна посадка лесных культур без дополнительной обработки почвогрунта.

На откосах отвалов рекомендуется террасирование, при этом используется опыт лесоразведения на овражно-балочных землях. Для выращивания лесных культур на поверхности и широких террасах отвалов необходимо предварительно проводить планировку, а из-за сильного уплотнения перед посадкой целесообразно глубокое рыхление. На участках, заросших травянистой растительностью, применяется агротехника, рекомендуемая для зональных почв.

На откосах отвалов создаются противоэрозионные насаждения из корнеопрысковых пород с густотой посадки не более 3-5 тыс шт/га. Посадка облепихи осуществляется биогруппами из 3-5 растений с размещением 5x5 или 10x10 м. При этом за счет обильного размножения облепихи корневыми отпрысками полное смыкание насаждений и зарастание всей площади и прилегающих смежных участков происходит через 5-6 лет после посадки. На суглинках процесс смыкания более длительный, поэтому здесь целесообразно создавать биогруппы с размещением 5x5 м. Противоэрозионные насаждения из ольхи, тополей, ивы белой и других древесных пород создают путем

порядного смешения главной породы с кустарниками при размещении посадочных мест 2,5 (3)х0,7 (1,5) м.

При профилактической рекультивации временных откосов карьеров, отвалов, сформированных из чистого, промытого, рыхлого песка и чистых кварцитов, рекомендуется применять гидропосев семян многолетних трав и кустарников гидросеялкой МК-14-1А с применением химических веществ (полиакриламида, латекса), минеральных и органических удобрений, мульчирующих материалов (древесные опилки, измельченная солома) и воды (а. с. 423016).

При определении числа и продолжительности уходов за лесными насаждениями, помимо состава культур, способа и густоты их посадки следует учитывать плотность горных пород и длительность их выветривания. На рыхлых горных породах с небольшим сроком выветривания возможно выращивание лесных культур без ухода, при длительном – необходимо в первые годы после посадки проводить ежегодно 1-2 ухода. На грунтах тяжелого гранулометрического состава с небольшим сроком выветривания рыхление проводят в случае образования корки, при длительном выветривании в первые годы жизни культур необходимо проводить не менее 4-5 уходов в год.

При выращивании лесных культур следует использовать удобрения с учетом рекомендаций для конкретных условий. Так, для условий КМА оптимальным оказалось удобрение в дозах N – 35, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 40 и K<sub>2</sub>O – 20 кг/га, обеспечивающее увеличение прироста лесных культур в высоту до величин, соответствующих приросту на естественных черноземах. Применение удобрений вызывает необходимость увеличивать число уходов за культурами на всех горных породах независимо от срока выветривания.

Для повышения противозерозионной роли лесных культур на откосах отвалов рекомендуется в первые 2-3 года после посадки междурядья использовать под посеvy бобовых трав (люцерны, эспарцета, клевера и др.), которые одновременно и обогащают почву азотом. При посеве трав в междурядьях уход за почвой проводится только в рядах, ширина минерализованной зоны 0,8-1,0 м.

В засушливых районах на нарушенных землях защитные насаждения выращиваются с применением полива. Нормы полива такие же, как при полезащитном лесоразведении на орошаемых землях.

Специфические, довольно сложные и в целом неблагоприятные условия для произрастания растений формируются на *терриконах*, представляющих собой насыпной конусообразный отвал пустой по-

роды на поверхности земли, образовавшийся в результате подземной добычи угля. Терриконы имеют высоту до 80 м и более, крутизну откосов в пределах 30-37°, содержат значительное количество горючих веществ – угольную пыль, шахтный мусор и древесину, – подвергаются окислению и самовозгоранию, процессам дефляции и эрозии и т. д.

С 1969 г. в УкрСХА под руководством Б. И. Логгинова была начата разработка способов рекультивации терриконов и предложен оригинальный метод по защитно-декоративному облесению терриконов угольных шахт Донбасса. На разровненную поверхность вершин терриконов для улучшения физических свойств верхнего корнеобитаемого слоя наносится слой песка или суглинка толщиной до 20 см, который не содержит семян сорняков, болезнетворных организмов, почвенных вредителей, муравьев и других насекомых, в последующем проводится безотвальная обработка на глубину 30-40 см. На откосах сверху вниз через каждые 1,5-2,5 м лопатами или микротеррасером прокладываются горизонтальные террасы шириной 30 см. Затем по ним проводится посев семян или посадка мелких сеянцев с приземистыми стволиками, хорошей корневой мочкой и короткими корнями, которые плотно заделываются в грунт. Перед посадкой сеянца на дно посадочной ямки обычно кладется необходимое количество суперфосфата (менее 10 мг/100 г грунта), азотные удобрения вносятся в случае необходимости с подкормкой в период интенсивного нарастания листьев. Через 1,5-2 года терраски на откосах выравниваются, к этому времени начинают оказывать противоэрозионное влияние молодые растения. Обязательно предусматривается прокладка водопроводной сети для регулярного полива методом дождевания. В последующие годы вносятся минеральные удобрения, осуществляется уборка сухостоя, борьба с вредителями и другие мероприятия. В противном случае с 10-15 лет возможно массовое усыхание лесонасаждений и возникновение лесных пожаров.

На терриконах Донбасса выращены лесонасаждения посевом семян дуба, абрикоса, каштана конского, ореха грецкого, гледичии и робинии псевдоакалии; посадкой мелких сеянцев ясеня и облепихи, смородины золотой и кизильника, аморфы и шиповника, груши и шелковицы, дерезы и винограда девичьего, бирючины и снежноягодника. У основания и на ландшафтно-смотровых площадках рекомендуется сажать крупные саженцы тополей китайского, белого, канадского садово-парковым способом. Тщательный подбор ассортимента деревьев и кустарников и агротехники помогает создать лес, почти ничем не отличающийся от природного (рис. 13.1).



Рис. 13.1. Облесение откоса суглинистого конвейерного отвала:  
а – ручная посадка лесных культур, б – общий вид участка через 15 лет

Особый интерес представляет *агролесомелиорация нарушенных земель в кюветах* вдоль автомобильного и гужевого транспорта. В лесостепной и степной зонах, а также на лугово-каштановых почвах сухостепной и полупустынной зон отмечается самозарастание кюветов.

В придорожных кюветах улучшается водный и солевой режимы почв за счет отложения твердых и стекания жидких осадков, поэтому интерес представляет технология создания придорожных аллейных лесных полос. Особенность этой технологии состоит в предварительном геоморфологическом картографировании с выделением групп земель по крутизне и экспозиции склонов. На крутых и покатых склонах проводят гидротехнические мероприятия: нанесение твердого покрытия на откосах и ложбинах водотока, сооружение "водоотбойных" колодцев и др. На водоразделе и пологих склонах проводят картографирование земель, группируют почвы по лесопригодности. Перед посадкой лесонасаждения проводят безотвальное рыхление на глубину 50-60 см малогабаритным бульдозером на базе трактора "Беларусь", на дне кювета поперек линии стока талых и ливневых вод создают валики высотой 30-50 см. При уклонах  $0,5^{\circ}$ - $1,5^{\circ}$  валики располагают через 30 м,  $1,5^{\circ}$ - $3,0^{\circ}$  – через 10 м, при уклоне  $3-6^{\circ}$  через 5 м. Посадку саженцев проводят под меч Колесова. Размещение посадочных мест в ряду через 3 м. Из древесных видов рекомендуются пирамидальные виды и клоны тополя, робинии псевдоакалии, дуба черешчатого, вяза, ясеня, из кустарников – миндаль, тамарикс, скумпия, карагана, терн. На подтопляемых и временно заболачиваемых местоположениях высаживают иву плакучую, тополя, иву кустарниковую. Борьба с сорной растительностью ведется с помощью гербицидов.

Ценный опыт по лесоразведению на выработанных *торфяниках*



накоплен и обобщен в Белоруссии В. К. Поджаровым (1974), Л. С. Застенским и Л. Л. Застенской (1991), который может быть использован и в России. Для возвращения этих территорий в сельско- и лесохозяйственное пользование после разработок торфа осуществляются выравнивание поверхности территории, глубокая безотвальная вспашка, ранневесенняя посадка сеянцев сосны обыкновенной, березы повислой, спиреи калинолистной, облепихи и акации желтой, внесение минеральных удобрений, продолжительность действия которых составляет 6 лет, лесокультурные и лесоводственные уходы.

При использовании площадей под сельскохозяйственную рекультивацию создаются ПЗЛП для борьбы с дефляцией и защиты сельхозрастений от выдувания, вымерзания и холодных ветров по рекомендациям, применяемым для осушенных земель (И. В. Трещевский, 1982).

### **13. 2. ЗЛН на территориях, подверженных техногенному загрязнению**

Непрерывное поступление в биосферу целого ряда химических веществ, связанное с хозяйственной деятельностью человека, обусловило необходимость всестороннего изучения их влияния на почвенно-растительный покров и в целом состояние природной среды.

Вокруг источников промышленных выбросов в атмосферу образуется локальная зона повышенных (по сравнению с естественным фоном) концентраций загрязняющих веществ в объектах природной среды. Так, площадь загрязнения токсикантами вокруг городов оценивается в 70 млн га (В. И. Данилов-Данильян и др., 1994). Значительные площади пахотных земель поражены тяжелыми металлами. Около 70% рек и озер России по разным причинам утратили свои качества как источники питьевого водоснабжения. Примерно в 30% заборов подземных вод отмечено природное или антропогенное загрязнение.

В основном техногенное загрязнение идет через атмосферу при осаждении пыли, продуктов сгорания, паров, аэрозолей и других веществ. При этом основная масса загрязнителей быстро попадает в почву, где и происходит их дифференциация. Часть загрязнителей осаждается вблизи (1-2 км) от дымовых труб, вентиляционных каналов, часть передвигается далее и выпадает в 3-10 км от источника, значительно меньше газопылевых выбросов загрязняют почву в зоне далее 10 км. Определенное количество тонкодисперсных аэрозолей и газов, несущих

щих вредные вещества, остается в атмосфере продолжительное время и переносится на большие расстояния, поступая в глобальный круговорот на планете. Протяженность зоны того или иного загрязнения и направления движения потока загрязняющих веществ зависят от скорости ветра данного румба (по розе ветров), высоты трубы, характера промвыбросов, рельефа местности, растительного покрова.

Кроме того, промышленное загрязнение территории может происходить за счет сточных вод, при размывании складированных отходов производства (шлаков, пустой породы и др.), содержащих токсичные вещества. Сельскохозяйственное загрязнение почвы происходит при внесении удобрений, ядохимикатов, мелиорантов и отходов промышленного производства, содержащих необходимые для растений элементы, и др. Значительная доля поступления вредных элементов (свинца, кадмия и др.) в почву связана с транспортом (автомобильным, железнодорожным, воздушным).

Дальнейшее перераспределение в почвах сопряженных территорий выпавшего количества загрязнителей чаще всего проявляется в абсолютном и относительном обогащении ими подчиненных элементарных геохимических ландшафтов. По данным многих исследователей, в различных регионах России, в Средней Азии и на других территориях накопление тяжелых металлов в аккумулятивных ландшафтах по сравнению с водоразделами в 1,2-25,3 раза выше. Токсичные вещества попадают в подчиненные ландшафты, реки, водоемы, ГВ, накапливаются в них, ухудшая качество продукции, питьевой воды, вызывают угнетение и даже гибель живых организмов. Все это свидетельствует о крайней необходимости ограничения и регулирования процессов пространственной миграции токсичных веществ.

ЗЛН являются действенным средством локализации, ограничения пространственной миграции токсичных веществ. Они служат биологическими фильтрами, так как, пропуская через себя воздух, загрязненный различными примесями, снижают концентрацию токсичных веществ, ограничивают распространение промышленных выбросов, выхлопных газов, пыли, тем самым защищают почвы и сельскохозяйственные культуры.

Важная функция насаждений – первичное пространственное распределение и последующий вторичный перенос уже выпавших на поверхность почвы загрязнителей. В первом случае речь идет о локализации и ограничении миграции вредных веществ, непосредственно поступающих в окружающую среду; во втором – о перераспределении

загрязнителей на землях, связанных в единую миграционную цепь ветром, поверхностным стоком, смывом почвы в подчиненные ландшафты, водоемы. Сюда относится миграция веществ при загрязнении сельскохозяйственной территории токсичными веществами, искусственными радионуклидами, переносимыми в атмосфере на значительные расстояния от источника выбросов (аварии на АЭС и др.).

С учетом вида тех или иных миграций токсичных веществ и должна строиться стратегия лесомелиорации загрязненных территорий, определяться назначение, оптимальные параметры, породный состав насаждений и их размещение.

Система взаимодействующих ЗЛН является основным элементом организации территории биопродуктивного агролесоландшафта, в котором наиболее полно мобилизуются внутренние ресурсы, оптимизируется геохимический режим, улучшается санитарно-гигиеническое состояние. Средозащитное действие ЗЛН проявляется в повышении концентрации техногенных загрязнителей под насаждениями и в прилегающих зонах. Степень и распространение аккумулирующего влияния лесных насаждений, помимо факторов, определяющих поступление загрязнителей в окружающую среду и их движение (высота трубы источников выбросов, ветровой режим, рельеф и др.), зависят от вида загрязнителя, степени дисперсности, концентрации, массы частичек, радиуса их распространения и др. Перераспределение вредных веществ на склоновых землях зависит от параметров элементарных ландшафтов, определяющих сток и смыв почвы.

Степень отрицательного влияния тяжелых металлов (ТМ) и радионуклидов на сельскохозяйственные растения зависит от типа почвы, уровня окультуренности, содержания в ней гумуса и др. Известно, что проведение агролесомелиоративных мероприятий обеспечивает двух-трехкратное снижение перехода радиоцезия из почвы в урожай сельскохозяйственных культур, а в вегетативную массу кормовых трав четырех-пятикратное. Таким образом, повышение концентрации загрязнителей в приполосных экологических зонах поля в результате пространственного перераспределения их в межполосных пространствах не сказывается в адекватной степени на повышение поступления загрязнителей в сельскохозяйственные растения вследствие более высокого плодородия почв на этих территориях (Б. А. Исупов, 1998).

В решении проблемы регламентирования миграции загрязнителей в системе почва – растение большое значение имеет разработка приемов, способствующих снижению поступления токсичных ве-

ществ в сельскохозяйственные растения.

Ограничение поступления ТМ в растения наблюдается при внесении удобрений. Так, азотные и фосфорные удобрения снижают в растениях концентрацию цинка и кобальта. Известна положительная роль в этом плане органических удобрений. Имеется немало работ о влиянии свойств почв и агрохимического фона известкования кислых почв на поступление в растения радионуклидов.

Вместе с тем ЗЛН, улучшая микроклимат, водный и тепловой режимы, целый ряд свойств почв, способствуют усилению эффективности других мелиоративных приемов в зоне своего влияния. Создаются предпосылки для получения синергетического эффекта от сочетания лесной мелиорации с другими мелиоративными средствами – прежде всего повышение урожая сельхозкультур, экологической чистоты и качества растениеводческой продукции.

Повышения продуктивности и экологической безопасности в растениеводстве в условиях техногенно загрязненных агроландшафтов можно достичь на основе комплекса мероприятий, направленных на поддержание в оптимальном состоянии территории землепользования и ограничение пространственной миграции вредных веществ.

*Особенности агролесомелиорации сельхозтерриторий, испытывающих техногенное загрязнение ТМ от промышленных предприятий.* На сельскохозяйственной территории, прилегающей к промышленному предприятию и загрязненной ТМ, следует выделять зону существенного (более 1-2 ПДК) загрязнения с уровнем транслокационного показателя вредности первичного загрязнения без учета возможного перераспределения в пространстве, располагающуюся в зависимости от климатических и производственных факторов (ветровой режим, количество атмосферных осадков, вид загрязнителя, высота выбросов и т. п.) на расстоянии до 5-10 км от источника загрязнения, и зону слабого (до 1-2 ПДК) загрязнения – на расстоянии 10-20 км. Далее располагается территория с регионально фоновым содержанием ТМ.

При полизагрязнении почвы ТМ приоритет в зонировании территории и разработке приемов по снижению их вредоносности следует отдавать наиболее токсичным компонентам. На территории с уровнем загрязнения до 3 ПДК при агролесомелиоративном обустройстве предусматривается создание систем лесных полос продуваемой и ажурной конструкций и противоэрозионных на склонах по разработанным зональным технологиям. Сельское хозяйство, как и на территориях с фоновым содержанием ТМ в почвах, ведется в соответствии

с зональными системами земледелия. На территориях с уровнем загрязнения 3-15 ПДК создают системы полос из пород, устойчивых к загрязнению, с параметрами и размещением, разработанными в зональных рекомендациях. Противоэрозионные насаждения усиливаются простейшими гидротехническими сооружениями. При высоком и очень высоком (5-20 ПДК и более)<sup>1</sup> уровне загрязнения целесообразно создавать системы плотных лесных полос с расстоянием 10-15Н в зависимости от эродируемости почв и природно-климатических условий. На склоновых землях противоэрозионные насаждения усиливают валами и канавами. При выборе древесных и кустарниковых пород, как и при среднем уровне загрязнения, учитывается их устойчивость к наиболее токсичным компонентам.

Создание ЗЛН с санитарно-гигиеническими функциями и подбор устойчивых древесных пород проводят в соответствии с разработками ВНИАЛМИ (Е. С. Павловский и др., 1987).

На территории среднего и особенно высокого уровня загрязнения при подборе сельхозкультур наряду с хозяйственными потребностями необходимо учитывать их устойчивость к загрязнению, вид потребляемой продукции, особенности поступления ТМ в растение и распределения их в почвенном профиле (как правило, они концентрируются в самых верхних горизонтах почвы). На основании этого при среднем уровне загрязнения можно рекомендовать зерновые культуры; технические, идущие на переработку; быстро растущие культуры с хорошо развивающейся корневой системой, использующей более глубокие и менее загрязненные слои почвогрунта. При высоком и очень высоком уровнях загрязнения следует ориентироваться на технические культуры, обязательно идущие в переработку.

Надежным средством повышения продуктивности земель и степени экологической безопасности в растениеводстве являются ЗЛН вдоль автодорог.

Принципиально назначение, породный состав, размещение придорожных лесных полос, защищающих поля от загрязнения ТМ, не отличаются от рекомендованных для насаждений с газо- и пылеочищающими приземными слоями воздуха функциями (Е. С. Павловский и др., 1987). Учитывая наибольшую концентрацию ТМ в почвах на расстоянии до 20-60 м от автотрассы, придорожные лесные полосы следует располагать в 20-50 м от полотна дороги в зависимости от интенсивно-

---

<sup>1</sup> Для ТМ первого класса опасности высокий уровень составляет уже 5-6 ПДК.

сти движения. Они должны обеспечивать проветривание прилегающих участков в приземном слое воздуха.

Выращивание сельхозкультур на полях, защищенных придорожными лесными полосами, проводится в соответствии с зональными системами земледелия и хозяйственными потребностями. На территориях, расположенных между полотном дороги и придорожными лесными полосами, выращивают культуры, продукция которых идет в переработку. Не рекомендуется выпас скота на этих территориях.

При подборе древесных и кустарниковых пород наряду с лесорастительными свойствами почв следует учитывать их устойчивость к загрязнению. Высокой газоустойчивостью обладает робиния псевдоакация, устойчивы к газам вяз обыкновенный (гладкий) и приземистый (перистоветвистый), клен ясенелистный, тополь белый, из кустарников – боярышник алтайский, жимолость татарская, смородина золотая, скумпия; среднеустойчивы береза повислая и пушистая, дуб черешчатый, клен остролистный, липа мелколистная, тополь пирамидальный, ясень зеленый (ланцетный), из кустарников – ирга ольхолистная, карагана древовидная, сирень обыкновенная; недостаточно устойчив клен татарский; очень чувствительны к газам сосна обыкновенная, шелковица белая. Не рекомендуется размещать плодовые, ягодные, древесные и кустарниковые породы, лекарственные растения в рядах придорожных полос, обращенных к дороге, и ближе 100-150 м от дороги в поперечных ЗЛН.

## **14. ПЛАНИРОВАНИЕ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТОВ И АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ**

### **14.1. Агролесомелиоративное картографирование ландшафтов с использованием аэрокосмических методов исследования**

Для разработки и успешного осуществления системы управления процессами восстановления нарушенных земель, требуется анализ основных закономерностей процессов деградации ландшафтов в этих регионах при антропогенном воздействии. Наиболее перспективный способ решения указанных целей – это создание системы картографо-аэрокосмического мониторинга современных агроландшафтов, позволяющей в сжатые сроки не только охватить наблюдениями значительные территории, но и оценить масштабы и характер важнейших изменений, вызванных хозяйственной деятельностью.

Во ВНИАЛМИ разработана методика оценки опустынивания и агролесомелиоративного картографирования агроландшафтов на основе почвенных, сельскохозяйственных, геоботанических исследований, а также усовершенствована пятиэтапная технология работ с аэрокосмической фотоинформацией (АКФ), включающая предварительное дешифрирование, полевое эталонирование, экстраполяцию, полевой контроль, окончательное дешифрирование и картографирование.

Для выявления индикаторов состояния агроландшафтов по АКФ необходимо четко представлять на региональном и локальном уровнях стадии переходов от естественного состояния до полного, катастрофического, разрушения экосистем. Обычно между естественной (Z) и полной (A) стадиями выделяются еще 4 градации – слабая (I), средняя, или умеренная, (II), сильная (III) и очень сильная (IV).

Определенные трудности возникают при выделении по АКФ естественного состояния ландшафтов, не подверженных антропогенной деградации. Б. В. Виноградов доказал, что на АКФ стадии Z и I по оптическим индикаторам отличаются незначительно, различия находятся в

пределах ошибки измерения, поэтому эти стадии целесообразно объединять в одну  $Z + I$ . По существу, слабо различаются по оптическим характеристикам стадии очень сильной (IV) и полной (A) деградации. Очевидно, их тоже необходимо объединять в одну –  $IV + A$ . В связи с вышеизложенным для оценки различных видов деградации сельскохозяйственных угодий в агроландшафтах предлагается единая шкала, включающая четыре уровня: фоновый ( $Z + I$ ), средний, или умеренный, (II), сильный (III), очень сильный ( $IV + A$ ). Данные уровни хорошо сочетаются с зонами экологических состояний – нормы, риска, кризиса, бедствия. Этот подход позволяет оценить экологическую ситуацию в современных агроландшафтах деградированных сельскохозяйственных угодий, так как они занимают наибольшую часть площади и характеризуются быстродинамичными процессами: эрозией, дефляцией, засолением и заболачиванием орошаемых земель.

Образующие агросистему природные и антропогенные компоненты объединяются функционально за счет трансформации солнечной энергии, влагооборота, биогеохимического круговорота вещества и энергии. Кроме межкомпонентного кругооборота, в ландшафтах присутствует многообразный латеральный (боковой) поток вещества и энергии, связывающий структурные единицы. Безусловно, ведущую роль в латеральном перемещении вещества и энергии играет поверхностный и подземный сток.

Анализ процессов на основе концепции катены (А. Дж. Джеррад, 1984) позволил выяснить вид, интенсивность и действие латеральных процессов, ведущих к образованию цепи закономерно сменяющихся друг друга ландшафтных единиц (фаций, урочищ, местностей) в катене, т. е. от водораздела вниз по склону к подножию до дна долины. Каждая катена состоит из морфологических единиц, которые распознаются в соответствии с реакцией их на геоморфологические и почвенные процессы. При этом главным является не расположение в цепи, а пространственная связь, осуществляемая в ходе процессов.

Таким образом, эрозионно-аккумулятивный процесс приводит к образованию ландшафтной катены. Это означает, что на расчлененных долинно-балочной и овражной сетью водосборах агроландшафты имеют моновекторное соединение, которое обусловлено латерально действующими процессами. В связи с этим ландшафтные структуры приобретают каскадный характер и их главным звеном становится склоновая катена, в которой одной из задач любой агротехнологии является регулирование поверхностного стока.



Катенарный подход к картографированию деградационных процессов обусловил необходимость разработки специальной классификации территориальных единиц на основе синтеза позиционно-динамического подхода к выделению ландшафтных структур и классификации земель по их использованию и подверженности эрозии. По Г. И. Швобсу и др. (1986), "ландшафтная территориальная структура – это совокупность территориальных единиц, связанных определенными пространственными отношениями. Фации могут объединяться в различные территориальные структуры в зависимости от того, какое системообразующее отношение принято в качестве основы этой интеграции".

Позиционно-динамическая структура имеет следующий таксономический ряд ландшафтных территориальных единиц: ландшафтная полоса – ландшафтный ярус – парадинамический район. Ландшафтная полоса – группа фаций, имеющих общее положение относительно линий изменения градиентов интенсивности горизонтальных потоков. Ландшафтные ярусы – группа геоморфологически сопряженных ландшафтных полос, имеющих примерно общее высотное положение относительно гипсометрических рубежей.

Классификация земель включает следующие территориальные единицы: приводораздельный, присетевой и гидрографический земельные фонды.

На основе вышеизложенных положений разработана классификация ландшафтной катены водосборного бассейна, включающая следующие таксоны: ярусы 1-3 и полосы 1.1-3.2: 1 – плакорный, 1.1 – водораздельная; 2 – склоновый, 2.1 – приводораздельная, 2.2 – присетевая; 3 – долинный, 3.1 – гидрографическая суходольная, 3.2 – гидрографическая речная.

Для оценки эрозионного состояния ландшафтных территориальных структур используются почвенные критерии ухудшения свойств почв (табл. 14.1), которые надежно распознаются на аэро- и космоснимках по рисунку, тону фотоизображения, а также расположению в ландшафтной катене.

Почвенно-эрозионные критерии связаны с геоморфологическими процессами, ускоренными неблагоприятной хозяйственной деятельностью человека. Хотя эти процессы распространены и в естественных условиях, но нарушение человеком устойчивости растительного и почвенного покрова вызывает их значительно ускорение и расширение площади.

Дефляция характеризуется наличием ряда диагностических критериев. Основным прямым признаком, по которому распознаются на

**Критерии выделения ландшафтных полос**

Ландшафтные полосы	Длина склонов, м*	Крутизна склонов, град	Степень эродированности почв
Водораздельная	200-300	0-0,5	Практически отсутствует
Приводораздельная	300-600	0,5-3,0	Слабая
Присетевая	600-800	3-7(8-10)	Средняя, сильная, очень сильная
Гидрографическая суходольная	800-900	10-20(35)	Слабая, средняя, сильная, очень сильная
Долинная	900-1500	0-1,5	Практически отсутствует

*\*Ориентировочно длина от водораздельной линии.*

АКФ уровни дефляционной деградации, является тон фотоизображения. Пастбища с фоновым уровнем выделяются по темно-серому или темному (в западинах) тонам. Умеренный уровень деградации дешифрируется по серому и светло-серому тону. Высокий – по светло-серому и светлому, а очень высокий – по светлому или почти белому тонам. Коэффициенты оптических плотностей В при этом составляют 1,1-0,8; 0,8-0,4; 0,4-0,2; < 0,2. Определение количественных и качественных показателей процесса дефляции как по материалам наземных работ, так и по АКФ возможно по предлагаемой в табл. 14.2 шкале критериев.

Важными параметрами для классификации зон экологических нарушений является площадь и уровень деградации территории. Если площадь нарушенных участков невелика, то система способна быстрее восстанавливаться, чем при обширном распространении. Если этот показатель выше предельно допустимых размеров, то разрушение среды практически необратимо и относится к уровню катастрофы. Для выделения зон нарушений по этим параметрам используется шкала зонирования (табл. 14.3). При осуществлении экологического зонирования агроландшафтов необходимо учитывать пространственную неоднородность нарушений и комбинацию участков разных видов и степени нарушенности. Например, зона риска может составлять комбинацию, где менее 30% площади занимают слабо нарушенные, более 40% умеренно нарушенные и менее 40% сильно нарушенные участки; зона кризиса – менее 30% площади составляют фоновые и умеренно деградированные участки, более 40% площади сильно и очень сильно деградированные (сильно деградированные участки менее 30%); зона бедствия – менее 20% площади фоновые и умеренно деградированные, более 40% сильно деградированные, более 30% площади очень сильно деградированные.

## Шкала критериев оценки деградации почвенно-растительного покрова пастбищ от дефляции

Уровень деградации	Критерии оценки			Характеристика очагов и язв дефляции и площадь, занятая ими, %*
	Состояние растительности	Состояние почвы	Состояние почвы	
Фоновый Z+I	Неизмененные или слабоизмененные многолетниковые климаксовые сообщества со средней для зоны продуктивностью естественных фитоценозов. Проективное покрытие 100%	Почвенные горизонты неизмененные	Язвы и очаги дефляции небольшие, округлой формы площадью до 80 га, периодическирастают, занимают 1-2%. Являются накопительными пресных грунтовых вод (ГВ)	
Умеренный II	Слабоизмененные многолетниковые сообщества, продуктивность до 80% к погенциальной продуктивности или фоновому уровню. Проективное покрытие 50-100%	На участках с выбитой растительностью затронуты дефляцией или выдут горизонт А	Язвы или очаги округлой формы занимают площадь 2-10%, наблюдается вынос эолового материала на целину и засыпание растительности	
Сильный III	Измененные многолетниковые и эфемерные сообщества с преобладанием последних. Продуктивность 50% к фоновому уровню. На почвах тяжелого гранулометрического состава очаги опустынивания вокруг животноводческих точек, ферм, колхозов. Проективное покрытие 10-50%	Выдуты горизонты АВ на почвах легкого гранулометрического состава	Язвы и очаги дефляции вытянутой формы площадью 80-120 га занимают 10-35%, шлейфы выноса мелкозема на целину достигают 250 м	
Очень сильный IV+A	Единичные растения или их отсутствие. Проективное покрытие менее 10%	Выдуты все почвенные горизонты, разрушена материнская порода	Язвы и очаги дефляции в форме пятен площадью свыше 120 га, не способные к самозарастанию. Занимают более 35%, шлейфы выноса мелкозема на целину с крупных очагов достигают 250-1500 м. Территория между очагами с полностью разрушенным почвенным покровом	

\* Определяется и подсчитывается по АКФ.

Таблица 14.3

**Шкала экологического зонирования агроландшафтов по уровню и площади распространения (%) деградированных участков**

Уровень деградации	Зоны экологических нарушений			
	Н (норма)	Р (риска)	К (кризиса)	Б (бедствия)
Фоновый	1-100	-	-	-
Умеренный	50	5 - 100	-	-
Сильный	20	20 - 50	50-100	-
Очень сильный	5-20	5 - 20	20-50	50

Для более объективной классификации зон экологических нарушений необходимо дополнительно использовать динамические критерии, т. е. показатели скорости (интенсивности) нарастания неблагоприятных изменений природной среды. Для определения процессов эрозии, дефляции, засоления используются придержки по динамическим критериям, приведенные в табл. 14.4.

Таблица 14.4

**Динамические показатели по интенсивности нарастания неблагоприятных изменений в зонах экологических нарушений**

Площадь с неблагоприятными агролесомелиоративными условиями	Прирост площади, %/год от деградированной площади			
	Н	Р	К	Б
Сбитые пастбища	< 2,0	2,0-5,0	5,0-8,0	> 8
Подвижные пески	< 0,5	0,5-2,0	2,0-4,0	> 4
Эродированные земли	< 0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	> 2
Засоленные почвы	< 1,0	1,0-2,0	2,0-5,0	> 5
Скорость прироста, % от площади ценных сельскохозяйственных угодий	< 0,1	0,1-0,3	0,3-1,0	> 1

Разработанные оценочные шкалы экологической деградации агроландшафтов позволяют составлять ландшафтно-экологические или геоэкологические карты, наиболее полно и объективно отражающие современное состояние сельскохозяйственных угодий, и на их основе диагностировать экологическую ситуацию.

В агролесомелиоративном картографировании широко используется понятийный аппарат ландшафтной экологии и ландшафтоведения. Одним из основных понятий этих наук является ландшафт. Это немецкое слово, обозначающее "вид земли", "вид местности". *Ландшафт – генетически однородный природно-территориальный комплекс, характеризующийся относительным единством рельефа с образующи-*

ми его породами, почвами, климатом, водами, живыми организмами и находящийся под воздействием человека. Изучение внутреннего содержания и закономерностей развития многообразия ландшафтов на земной поверхности служит предметом общего ландшафтоведения.

В литературе существует три точки зрения на объем и содержание понятия *географический ландшафт*: общее, региональное и типологическое. Общим для всех точек зрения является то, что под ландшафтом понимается географический природно-территориальный комплекс (ПТК). Различия же заключаются в том, на комплексы какого типа и таксономического ранга следует распространять понятие ландшафт.

Ландшафты, как определенные природно-территориальные комплексы изучают в *индивидуальном* и *типологическом* планах. Это означает, что для науки и практики, например для сельского хозяйства, может представлять интерес каждый конкретный ландшафт с его индивидуальными, неповторимыми особенностями природы. В то же время важно найти черты сходства, общие (типологические) признаки, повторяющиеся в различных ландшафтах. Это нужно для того, чтобы свести все их чрезвычайное многообразие к определенным классификационным понятиям – классам, типам, видам и т. д.

Ландшафт в типологическом понимании – относительно однородная территория или местность определенного характера. Типологический подход имеет доминирующее значение при исследовании и характеристике более простых природных комплексов – морфологических частей ландшафта, слагающих конкретный его тип. ПТК в типологическом значении понимают, изучают и классифицируют по его строению и свойствам независимо от границ его распространения. Ареалы того или иного ландшафта в ранге определенной типологической единицы служат объектами картографирования для различных практических целей, в том числе и для сельского хозяйства.

Любой ПТК имеет свою структуру, которая изменяется как в пространстве, так и во времени. Характер этих изменений может быть *периодическим*, *циклическим* и *ритмическим*. К периодическим изменениям можно отнести, например, затопление пойменных ландшафтов крупных рек, происходящее примерно в одно и то же время, т. е. развитие ландшафта понимается как повторение одних и тех же явлений через более или менее равные отрезки времени. Циклические изменения характеризуются возвратом к идентичному состоянию ландшафта через любой промежуток времени; например естественное возобновление (замена) того или иного растительного покрова в преде-

лах конкретного ПТК. Ритмические изменения в структуре ландшафтов в основном относятся к качественным видоизменениям отдельных его компонентов и в целом его морфологических частей через различные промежутки времени. Наиболее наглядно это выражается в процессах, происходящих в природе (например, водная эрозия, землетрясения и др.), которые коренным образом изменяют облик ландшафта на значительных пространствах.

ПТК в целом являются саморегулирующимися системами, стремящимися к стабильному состоянию. Это достигается наличием в ландшафте различных связей, из которых преобладают *прямые* и *обратные*, обеспечивающие простое саморегулирование – стабильное или близкое к нему (квазистабильное, динамическое) состояние в его структуре. Время для перехода определенного ландшафта из одного состояния (сбалансированного) в другое (новое равновесное), вызванное внешними причинами, в том числе хозяйственной деятельностью человека, определяется многими факторами или причинами. Это, например, способность компонентов ландшафтного комплекса сохранять свою массу (вещество) и энергию, степень устойчивости к влиянию различных воздействий, масштабность происходящих процессов и явлений и т. д.

Самой простой, низшей морфологической единицей ландшафта, на пространстве которой характер взаимосвязи между природными компонентами остается неизменным, является *фация* – ПТК, в пределах которого сохраняются одинаковыми литология поверхностных пород, характер рельефа и увлажнения, микроклимат, почвенные разности и биоценоз. Фация занимает обычно микроформу рельефа или ее часть, сохраняя свое основное качество – *комплексность*. Примерами фаций могут служить склон оврага, почти лишенный почвенно-растительного покрова; неглубокое понижение в пойме реки, занятое осоковым лугом на дерново-глеевых суглинистых почвах; подножие склона моренного холма северной экспозиции; небольшой участок верхового болота и т. д. Следует различать коренные (исходные) природные и производные (измененные) антропогенные фации: пашня, лесная полоса, фруктовый сад и т. д.

Поскольку фаций чрезвычайно множество, то изучать каждую из них в отдельности практически невозможно. Поэтому их принято изучать всесторонне на ключевых или типичных участках ландшафта, что позволяет обоснованно объединять их по сходству происхождения и биоценозу в *группы* или *типы*, т. е. классифицировать. Это име-

ет не только научное, но и большое практическое значение, так как группы или типы фаций образуют те или иные виды природных сельскохозяйственных угодий, каждый из которых обладает потенциальными ландшафтно-ресурсными возможностями.

Сочетания двух или нескольких фаций образуют более сложные ПТК – *урочища*. Эта морфологическая часть ландшафта представляет собой систему взаимосвязанных фаций, формирующихся в пределах одной мезоформы рельефа. Каждое урочище характеризуется определенным закономерным сочетанием всех компонентов ландшафта. В землеустроительной практике урочища – это, как правило, самостоятельные природные угодья. Типичными примерами урочищ на равнинных территориях являются природные комплексы, занимающие речные террасы, поймы, моренные холмы, балки с определенными условиями увлажнения и специфичными биоценозами.

Различают *основные* (доминанты) и *подчиненные* урочища. Первые наиболее распространены в ландшафте и образуют основу всей его морфологической структуры. Например, на эрозионных равнинах – это урочища, сформировавшиеся в балках, оврагах, межбалочных пространствах. Они встречаются повсеместно. Подчиненные урочища редко встречаются на протяжении ландшафта. Они не занимают, как правило, большой площади, но в то же время часто придают определенному ландшафту специфические черты. На обширных низменных пространствах степного ландшафта изредка встречаются небольшие западины, занятые озерами, болотами и т. д. Подчиненные урочища часто связаны с отдельными отрицательными формами рельефа (эрозионными, карстовыми и др.).

Анализ агроландшафтов в различных странах показал, что неустойчивыми оказываются именно те из них, которые слабо пространственно дифференцированы, состоят только из однотипных пахотных и пастбищных угодий вопреки разнообразию морфологической структуры территории. Поэтому для поддержания динамики устойчивого состояния агросистем, ослабления и прекращения процессов деградации, а также достижения реградации деградированной среды (в первую очередь почвенного покрова) необходимо агролесомелиоративное обустройство ландшафтов, т. е. создание устойчивых и продуктивных агролесоландшафтов.

Одним из главных направлений развития методологии лесомелиоративной обустроенности ландшафтов является использование в современной агролесомелиоративной науке достижений системного ана-

лиза, кибернетики, ландшафтоведения и экологии.

Адаптивно-ландшафтная парадигма основывается на принципах неистощительного, сбалансированного и компенсаторного природопользования. Она радикально отличается от ныне сложившейся парадигмы природопользования, основанной на неисчерпаемости и возобновляемости естественных ресурсов биосферы. Адаптивно-ландшафтный принцип предполагает систему землепользования, адаптированную к динамически равновесному ходу процессов обмена вещества и энергии в ландшафте и направленную на поддержание баланса между расходом и восстановлением ресурсов.

В основе адаптивно-ландшафтной парадигмы лежит закон необходимого разнообразия Винера-Шеннона-Эшби, согласно которому для устойчивого существования кибернетической системы (в том числе агрогеосистемы) необходимо, чтобы она обладала внутренним разнообразием для блокирования разнообразных внешних и внутренних возмущений. Это значит, что управляемый объект и функция управления должны быть разнообразны. Этот кибернетический закон является методологической основой адаптивно-ландшафтного обустройства территорий.

По определению В. А. Николаева (1987), "агроландшафт – это природно-антропогенная ресурсовоспроизводящая и средообразующая геоэкосистема" (В. А. Николаев, 1987). Агроландшафт является объектом деятельности и одновременно средой обитания сельскохозяйственных культур, домашних животных и человека. Землепользование должно быть гибким и организовано адекватно разнообразной структуре ландшафтов. Конечной целью должна стать стабилизация структурно-функциональных свойств ландшафтов (иерархии организации его подсистем и процессов энергомассопереноса) путем адаптации (приспособления хозяйственной деятельности, в том числе в земледелии, структуры посевных площадей, севооборотов, технологий выращивания сельскохозяйственных растений и т. п.) к этим свойствам, что обеспечит максимальное приближение агроландшафтов к динамическому равновесию, характерному для естественных ландшафтов.

Современный период в ландшафтоведении отличает глубокий пересмотр долгое время господствовавших методологических установок, например ведущей роли литогенной основы ландшафта, иерархичности геокомплексов и др. Такой пересмотр стал возможен в результате осмысления материалов 20-30-летних исследований физико-географических стационаров, данных дистанционного зондирования,



изучения последствий антропогенных воздействий на ландшафты. Дискретное видение геокомплексов как иерархических природных единиц с "жесткими" границами сменяется континуальными (непрерывными) подходами, более соответствующими глубинной сложности природных систем. В рамках нового методологического направления "критическими компонентами" ландшафта, определяющими его энергетику и динамику, являются тепло, влага и биота. Концептуальные основы направления разработаны академиком В. Б. Сочавой, который сумел объединить подходы ландшафтоведения, экологии и биоценологии. Его подход отличает заметная биоцентричность, с одной стороны, и использование достижений русской школы ландшафтоведения – с другой (Б. В. Виноградов, 1999). Объектом нового научного направления – ландшафтной экологии – являются локальные, региональные, зональные и глобальные экосистемы, ранжированные по структуре, рисунку, функции и динамике единиц более крупных надбиогеоценотических порядков.

Очень близко к методологии ландшафтной экологии новое научное направление в агролесомелиорации, названное Е. С. Павловским ландшафтной агролесомелиорацией. Ключевым понятием этого направления является агролесоландшафт. Агролесоландшафт, по К. Н. Кулику, А. С. Рулеву (2001), – модификация сельскохозяйственного ландшафта, формирующаяся и функционирующая под влиянием систем ЗЛН, обладающих стабилизирующим биогеофизическим воздействием на окружающее пространство, способствующих восстановлению деградирующих компонентов ландшафта, являющихся основой адаптивной организации агропроизводства и землепользования, а также сохраняющих биологическое разнообразие агротерриторий.

Общеизвестна многофункциональная роль ЗЛН в лесомелиорации, особенно в борьбе с деградацией земель. Система ЗЛН образует специфический каркас (экокаркас) сельскохозяйственной территории, являющийся основой для рациональной противодеградационной организации территории со всей ее инфраструктурой – границами рабочих участков и полей, севооборотных массивов, сетью полевых дорог, водотоков для сброса незарегулированного склонового стока и т. п.

Нужно отметить, что неблагоприятная ситуация в большинстве современных природно-антропогенных агрокомплексов лесостепи, степи и полупустыни возникла не вдруг, а вследствие длительного и поэтапного развития негативных явлений и процессов в природной среде. Для снижения темпов и масштабов их проявления и обеспечения роста

сельскохозяйственного производства разрабатывались сначала эмпирические, а в последние 30-40 лет научно обоснованные почво- и водоохраные способы, приемы, системы противодействия деструктивным процессам в агролесоландшафтах. Положительный результат получен при максимальном учете землепользователями местной природной специфики, это был длительный процесс адаптации земледелия и других видов сельскохозяйственного производства к природным условиям. Одним из крупных достижений в этом направлении следует признать научную разработку и внедрение зонального принципа в практику земледелия, агрохимии, растениеводства и других сельскохозяйственных, а также естественных наук. Наиболее ощутимым и заметным результатом его применения является использование научного потенциала и обобщенного практического опыта при создании и освоении зональных систем ведения сельского хозяйства. Особенно высок эффект внедрения зональных почво- и водоохраных систем на опытных станциях и опорных пунктах, воднобалансовых стационарах, во многом объясняемый одновременным и полнообъемным внедрением систем земледелия и регулярным мониторингом (авторский надзор) подсистем управления (видов мелиорации) в естественных границах локальных водосборов. В рядом же расположенных хозяйствах подобного эффекта не наблюдалось из-за растянутости во времени внедрения и неполноты комплекса мелиоративных мероприятий.

Вместе с тем нельзя не признать, что сельскохозяйственный ландшафтогенез оказался разрушительным антропогенным феноменом. Природные геосистемы стали терять ресурсовоспроизводящие и средообразующие функции. Кроме того, они стали утрачивать способность к релаксации и перешли в новую антропогенно-деструктивную модификацию. Стало очевидным, что в сложившихся условиях опора на региональный и зональный принципы ведения сельского хозяйства уже не в состоянии обеспечить разработку и внедрение адекватных мер защиты природной среды. Это побудило к сближению ландшафтно-экологической и сельскохозяйственной идеологий природопользования и послужило толчком к формированию адаптивно-ландшафтных принципов земледелия. Сближение концепций создает благоприятные условия для перехода от зонально-регионального уровня агролесомелиоративной обустроенности сельскохозяйственных ландшафтов (зоны, провинции, районы) к уровню локальных таксонов ландшафтов, местностей, урочищ (плакорные, склоновые, террасовые, шлейфовые, пойменные и др.) и водосборов.

Для решения подобной задачи агролесомелиоративными средствами имеется достаточно фундаментальных и прикладных научных разработок.

В процессе оптимальной природно-агроэкологической адаптации производственных природопользовательских подсистем (защитные лесонасаждения, гидросооружения, агроструктура и др.) агроландшафт должен быть дифференцирован до уровня урочищ или даже фаций – элементарных водосборов. Они служат далее неделимыми организационными элементами территории и используются в качестве рабочих участков для размещения различных угодий, культур, сортов, древесных пород. Их размещение осуществляется с учетом территориально-генетического сопряжения компонентов и отвечает структурным единицам: рельеф (крутизна, экспозиция, форма склонов), почвы, ГВ и др. Соблюдение основного принципа обуславливает тепло- и влагообеспечение сельскохозяйственных культур, насаждений и одновременное проведение агротехнических и иных мероприятий. Наилучшим образом это достигается при согласовании последних с данными микроклиматических карт или при учете особенностей каждого экотопа.

Безусловно, такие подходы обеспечивают наиболее благоприятный и позитивный эффект природопользования. Однако современное состояние научных направлений, формируемых на стыке ландшафтной агролесомелиорации и сельскохозяйственных наук (редкая сеть стационаров, слабая техническая оснащенность, отсутствие специалистов и др.), не дает оснований надеяться, что в обозримом будущем будет достигнут такой уровень территориальной дифференциации при сельскохозяйственном использовании земель. Наиболее оптимальными пространственно осваиваемыми единицами сельскохозяйственного ландшафта, очевидно, должны стать его средние таксономические звенья в ранге местностей и урочищ, водосборов. При агролесомелиоративном обустройстве они трансформируются в агролесокомплексы, которые адекватны морфоструктуре природного ландшафта. Благодаря данному свойству обеспечивается сохранение вариантов природных ландшафтов (морфоструктура, компоненты, границы) вне зависимости от стадии их антропогенной модификации.

Главным средством агролесомелиорации являются деревья и кустарники разных видов, используемые в насаждениях различной формы – линейные однорядные и многорядные (полосные, аллеи), куртинные и массивные посадки разной конфигурации, а также оди-

ночные экземпляры, особым образом размещенные на сельскохозяйственной территории и образующие агролесоландшафт с присущими ему биоэнергетическими связями. Тем самым агролесомелиорация для решения своих функциональных задач использует разнообразные свойства лесных экосистем и их влияние (пертиненцию) на смежные объекты аграрного назначения. В агролесомелиорации, кроме того, применяются в сочетании с деревьями и кустарниками полукустарники и многолетние травы, что способствует комплексной фитомелиорации сельскохозяйственных угодий. В ряде случаев эффект агролесомелиорации усиливается, когда наряду с деревьями и кустарниками используют простейшие и средней сложности гидротехнические сооружения, а также культуртехнические мероприятия.

Проектирование систем ЗЛН при ландшафтно-экологическом подходе должно строго соответствовать эколого-геоморфологическим особенностям местности. Механизм воздействия на окружающую среду хорошо изучен за почти 200-летнюю историю лесоразведения в России. Он заключается в образовании насаждениями из деревьев и кустарников физико-химико-биологических препятствий на пути водных и ветровых потоков, что значительно увеличивает шероховатость мелиорируемой поверхности, трансформирующей эти потоки, и, как следствие, приводит к изменению микроклимата, почв, режима и качества поверхностных и подземных вод, видового состава и продуктивности флоры и фауны.

В последние годы во ВНИАЛМИ получены принципиально новые данные о влиянии древесных и кустарниковых насаждений на компоненты природно-антропогенных геосистем. Это позволило сделать вывод о том, что лесные полосы, напашные валы-террасы, кольматирующие полосы многолетних трав, разные комбинации этих приемов ускоренно формируют новую фациальную обстановку в мелиорируемых ландшафтах. Организующим началом в цепи трансформативных превращений служит перевод большей части поверхностных талых вод во внутрпочвенные и грунтовые. Часто происходит промачивание зоны аэрации и подъем ГВ в виде сезонных куполов. За 20-30 лет вдоль каждой лесной полосы, вокруг куртин, кустарниковых кулис и массивных насаждений формируются экотоны, где происходит активная почвенно-экологическая трансформация земель. Экотон – переходная полоса между физиономически отличимыми сообществами. Ширина экотонов находится в прямой функциональной зависимости от высоты насаждений, конструктивных особенностей и способа хо-

зяйственного использования и в северной степи (черноземы обыкновенные) составляет 40-120, в центральной и южной 30-70, в полупустыне 20-40 м. Особенно ускоренными темпами формируются экотоны на склонах со средне- и сильноосмытыми, а также размытыми почвами. Поскольку большая часть агроландшафтов расположена на склонах, сельскохозяйственная эрозия является самым мощным фактором современного ландшафтогенеза, вызывающим стирание граней в исходной пространственной дифференциации природно-территориальных комплексов, их конвергенцию и даже унификацию производных ландшафтов. Выявленное свойство ЗЛН необходимо использовать при возрождении режимов степных геосистем, близких к природным.

Благоприятный микроклиматический режим, нейтральная или слабокислая реакция почвенной среды в лесомелиоративном пространстве воссоздают на фациальном уровне дифференциации качественно новые условия для роста и развития растений. Повышается общая биопродуктивность угодий, происходит значительный сдвиг кинетики трансформации растительной биомассы в сторону гумификации. Образуется положительный баланс гумусообразования. Наиболее активно эти процессы протекают при лесолуговом освоении сильно антропогенезированных урочищ с высокой степенью пастбиельно-эрозионной дигрессии почвенно-растительного покрова. Как правило, здесь доминируют примитивные, неполноразвитые, сильноосмытые и размытые почвы, обладающие из-за низкой гумусности значительной свободой минеральной поверхности, на которой сорбируются продукты гумификации. Оптимальными почвозащитными, гумусонакопительными и кормовыми свойствами в северной степи обладают злаково-бобовые травосмеси из люцерны, костра безостого, житняка, эспарцета. На скелетно-щебенчатых почвах хорошо приживается и создает высокий травостой волоснец ситниковый.

Отмеченные закономерности взаимодействия и взаимовлияния почвенной и лесной компонент природно-антропогенных ландшафтов степи юго-востока европейской России в определенной мере приближают нас к реализации идеи оптимизации соотношений сельскохозяйственных, лесных, водных и иных угодий, выдвинутой в 80-90-е XIX столетия В. В. Докучаевым (В. В. Докучаев, 1956). Он не допускал коренного изменения облика степей, кроме эволюционного, и считал, что там, где степи медленно иссушаются вследствие вырубки лесов, чрезмерной распашки, роста оврагов, понижения уровня ГВ и других негативных процессов, необходима в соответствии с современной техноло-

гией ландшафтно-экологическая реставрация естественных режимов степи фитомелиоративными средствами. Такой подход обеспечивает каждый тип ландшафта индивидуальными системами размещения полей, лугов, лесов и вод. Тем не менее с 1892 г., когда данное положение было высказано, и до настоящего времени вопросы оптимизации и сохранения режимов природно-антропогенных степных геосистем на структурно-функциональном уровне практически не решены ни в теоретическом, ни в производственном плане.

Вместе с тем многовековой опыт хозяйственного использования территории степной зоны России показал, что менее подвержены воздействию деструктивных процессов ландшафты, в латеральной структуре которых до 40% площади занимают локальные геосистемы буферного природного генезиса. Они выполняют роль экологического каркаса, предотвращая и стабилизируя деградационные процессы сельскохозяйственных земель. При отсутствии названных морфоструктурных элементов для достижения аналогичного природоохранного эффекта их роль в том же объеме должны выполнять локальные (элементарные) геосистемы антропогенного генезиса (защитные лесонасаждения, полосы и массивы сеяных многолетних трав и др.).

В действующих инструкциях и наставлениях подробно освещены технологии создания и эксплуатации защитных насаждений, а в концептуально-программном документе (Е. С. Павловский и др., 1995) развития этого мелиоративного направления в России особо подчеркнуто, что ведущим принципом их проектирования и внедрения является адаптивно-ландшафтный (эколого-геоморфологический), обеспечивающий оптимальное соответствие условиям роста и развития насаждений конкретной геоморфологической основы, почв, элементов микроклимата, водного и ветрового режимов.

Адаптивно-ландшафтный принцип в первую очередь учитывает особенности морфоструктурного строения рельефа земной поверхности, которая характеризуется сочетанием различных морфоскульптур и образует геоморфологически сопряженный ряд экосистем, т. е. природный ландшафт. Этот подход к ландшафтному проектированию систем ЗЛН позволит создавать более совершенную экологическую инфраструктуру агроландшафтов, приближенную к естественной их морфоструктуре.

Таким образом, агролесомелиоративное обустройство земель должно учитывать следующие принципиальные положения:

агролесоландшафт и его структурно-геоморфологическая выражен-

ность в географическом пространстве имеют общие и четкие границы;

агролесоландшафт практически размещается в геоботаническом районе с определенной флорой, что создает на видовом и ценоотическом уровнях благоприятные предпосылки как для подбора ассортимента древесных и кустарниковых пород, так и для создания пространственной структуры ЗЛН;

агролесомелиоративное обустройство должно учитывать катенарную дифференциацию ландшафтов, где наиболее важным и экологически значимым является ярусность рельефа (от водораздела до дна долины), который определяет экспозиционные, мезо- и микроклиматические различия, а также геоморфологические, в том числе почвенно-эрозионные процессы;

Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка ландшафтов по АКФ проводятся по усовершенствованной пятиэтапной схеме и рекомендациям геоботанического, почвенного, сельскохозяйственного картографирования.

Первый этап – предварительное дешифрирование. Оно состоит из ряда операций. Оpozнание на АКФ объектов, описанных в литературе и показанных на картах, осуществляется по признакам и этапонам, выработанным при исследовании аналогичных ландшафтов. Априорно считается, что каждому рисунку изображения соответствует своя экосистема, причем чем больше различий в рисунках изображений, тем больше их и в содержании сравниваемых контуров экосистемы. Результатом априорного дешифрирования являются предварительные комплексные схемы обустройства территорий.

На этом этапе проводятся рекогносцировочные объезды и облеты территорий для уточнения мест размещения ключевых участков. Аэровизуальные облеты территорий приурочиваются к трем срокам, отражающим сезонную динамику феноаспектов: весна, лето, осень. Весной наиболее контрастно выделяются территории с деградированной растительностью. Летом выявляются эфемерные фитоценозы и участки пастбищ, нуждающиеся в обогащении многолетней растительностью, солончаки. Осенние облеты позволяют отметить массивы с глубококорневой фреатофитной растительностью и сделать соответствующие выводы об уровне и минерализации ГВ.

Облеты выполняются по заранее намеченным и проложенным на картах маршрутам. Исходя из скорости полета, трассы разбивают на отрезки, соответствующие протяженности полета в единицу времени. Зная точно время вылета, можно заранее вычислить момент

нахождения над любой точкой маршрута и привязать наблюдения к соответствующим географическим пунктам.

Информативность аэровизуальных наблюдений, проводившихся на высоте 100-1500 м, значительно возрастает при использовании, наряду с картами космофотоснимков (КФС), аэрофотоснимков (АФС) и репродукций накладного монтажа, а для оперативного фиксирования сведений – диктофонов с шумопоглощающими микрофонами.

Заключительной операцией этапа является предварительное природное районирование, проводящееся в масштабе на один – два уровня мельче, чем картографирование всей исследуемой территории, и служащее основой для выбора числа, размера и местоположения ключевых участков.

Второй этап, полевое эталонирование, является основным этапом картографирования по аэрокосмическим снимкам. Эталоном служит типичное фотоизображение того или иного объекта, которое характеризует основные дешифровочные признаки объектов данной категории на АКФ при оптимальных условиях съемки.

Полевое эталонирование проводится на ключевых участках, где контактными методами изучаются компоненты ландшафтов и связи между ними, причем на один – два уровня детальнее, чем это требуется для масштаба составляемой карты. Выявляются закономерности изображения компонентов ландшафтов на АКФ, дешифровочные признаки почв, растительности, рельефа и т. д. и на их основе составляются обзорные и детальные схемы, устанавливается их достоверность.

Для дешифрирования используется ландшафтно-экологическое профилирование. Ландшафтно-экологический профиль представляет собой выраженную в вертикальной и горизонтальной плоскостях пространственную взаимосвязь всех компонентов и морфологических элементов ландшафта, отображенную на АКФ. Размеры профилей зависят от масштаба, тематики картографирования и применяемых фотоснимков. Важно, чтобы профиль характеризовал каждый природный комплекс в его наиболее типичном проявлении. Количество снимаемой информации с ландшафтно-экологического профиля зависит от масштаба и тематики картографирования. Главное назначение профилей – определить связи между компонентами ландшафтов, их территориальное размещение и характеристики.

Ландшафтно-экологические профили прокладываются через урочища или ряды генетически связанных между собой урочищ, признанных при предварительном районировании типичными для данно-



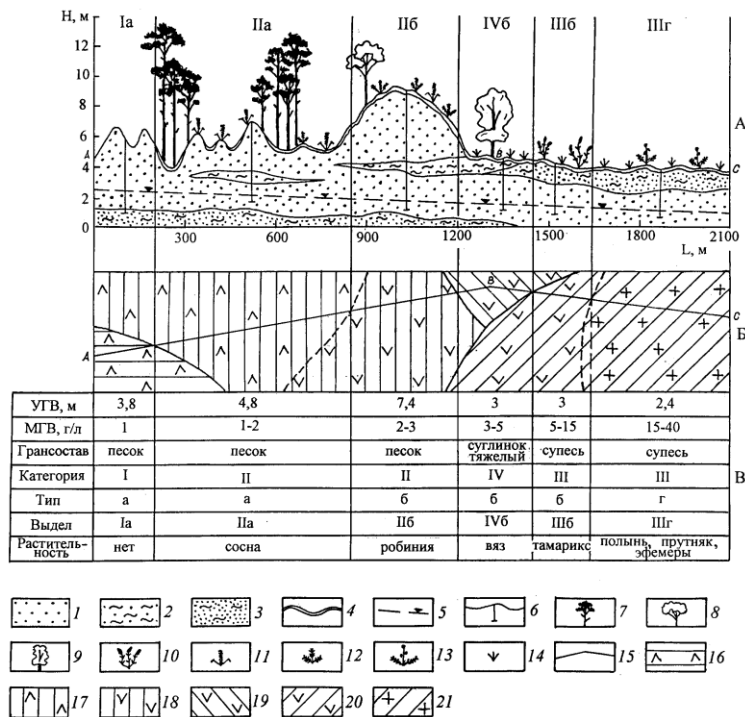


Рис. 14.1. Ландшафтно-экологический профиль получения дешифровочных признаков фитоэкологических условий аридных ландшафтов:

А – разрез, Б – план (вырезка из АФС или КФС), В – характеристики фитоэкологических условий; 1 – песок, 2 – суглинок, 3 – супесь, 4 – почвенный покров; 5 – УГВ; 6 – буровые скважины; 7 – сосна, 8 – робиния, 9 – вяз, 10 – тамарикс, 11 – овес песчаный, 12 – полынь песчаная, 13 – прутняк, 14 – полынь белая; 15 – профиль инструментальной нивелировки; 16-21 – ЛМВ соответственно Ia, IIa, IIб, IVб, IIIб, IIIг

нивелировке. После этого по профилю прокладывается нивелирный ход. Все характерные формы микро- и мезорельефа, границы почвенных и геоботанических контуров, устья скважин и шурфов отмечаются точками стояния нивелирной рейки, которые накалываются на аэроснимке. Горизонтальные расстояния отсчитываются по дальномеру. В пределах экологического профиля в каждой географической фации проводится описание компонентов ландшафта по программам полевых исследований. В основных контурах закладывают почвенные шурфы и проводят ручное бурение, как правило, до УГВ. По скважинам описывается строение почвогрунтов, методом электрокаротажа определяется удельная электропроводность в них, устанавливается УГВ, проводится отбор образцов почвогрунтов через каждые 20 см для установления гранулометрического состава, влажности, солесодержания, измеряется МГВ.

го ландшафта по характеру фотоизображения, составу и расположению его компонентов (рис. 14.1).

Наибольшую детальность и производительность обеспечивают комбинированные инструментальные ландшафтно-экологические профили протяженностью 1-7 км (в зависимости от масштаба снимка), проложенные с использованием АКФ. Створ профиля, представляющий собой, как правило, прямую линию с поворотами не более 15°, сначала отбивается в поле и закрепляется на АФС. Затем путем наземного осмотра по АФС намечаются точки комплексных наблюдений и границы контуров, которые засекаются при

Описание растительности ведется в соответствии с действующей инструкцией. Степень зарастания песков естественной растительностью оценивают по проективному покрытию: открытые (голые) пески – проективное покрытие менее 10%, слабозаросшие – от 10 до 30, среднезаросшие – от 31 до 50, заросшие – более 50%.

Одновременно с почвенно-геоботаническими наблюдениями характеризуется хозяйственная деятельность человека и степень ее воздействия на экосистему. Фиксируются полевые дороги, распашки, трассы прокладки коммуникаций и другие объекты, оказывающие влияние на состояние экосистемы.

Пример типичного ландшафтно-экологического профиля с выделением ЛМК, ЛМТ и ЛМВ пастбищ представлен на рис. 14.1.

Третий этап, экстраполяция, включает операции по дешифрированию непосещенных территорий по признакам, выработанным на ключевых участках, и состоит из трех взаимодополняющих процессов.

Разграничительное дешифрирование осуществляется путем анализа различий между рисунками фотоизображений. При этом используются элементарные эталоны, между которыми проводились границы контуров.

Распознавательное дешифрирование ведется путем сопоставления эталонных снимков со снимками дешифрируемых контуров в пределах ландшафтов-аналогов.

Типологическое дешифрирование включает классификацию распознанных контуров и осуществляется по комплексным признакам, характеризующим фитоэкологические условия рассматриваемых ландшафтов.

Четвертый этап, полевой контроль, представляет собой выборочную оценку достоверности и детальности дешифрирования при экстраполяции. Принимается, что достоверность границ контуров должна быть не менее 0,95, а состава контуров 0,90.

Существенным моментом этого этапа является уточнение сомнительных участков с изображением, пропущенным при выборе ключей. С этой целью дополнительно посещаются контуры, содержание которых ниже требуемой достоверности, а также разграничиваются контуры, достоверно не различаемые на снимках. Детализируются участки, имеющие практическое значение для интенсивного освоения.

Пятый этап – окончательное дешифрирование и составление карт. Это один из наиболее продолжительных этапов всей работы. Он включает все операции, предусмотренные соответствующими про-

граммами камеральной обработки полевого материала, составление карт заданного масштаба и тематики, проверку и доведение до необходимых требований материала предыдущих этапов исследований. Таким образом, в результате решения методических вопросов получается технология работ с АКФ в агролесомелиоративном картографировании и проектировании, позволяющая оперативно и экономично использовать весь имеющийся информационный материал (рис. 14.2).

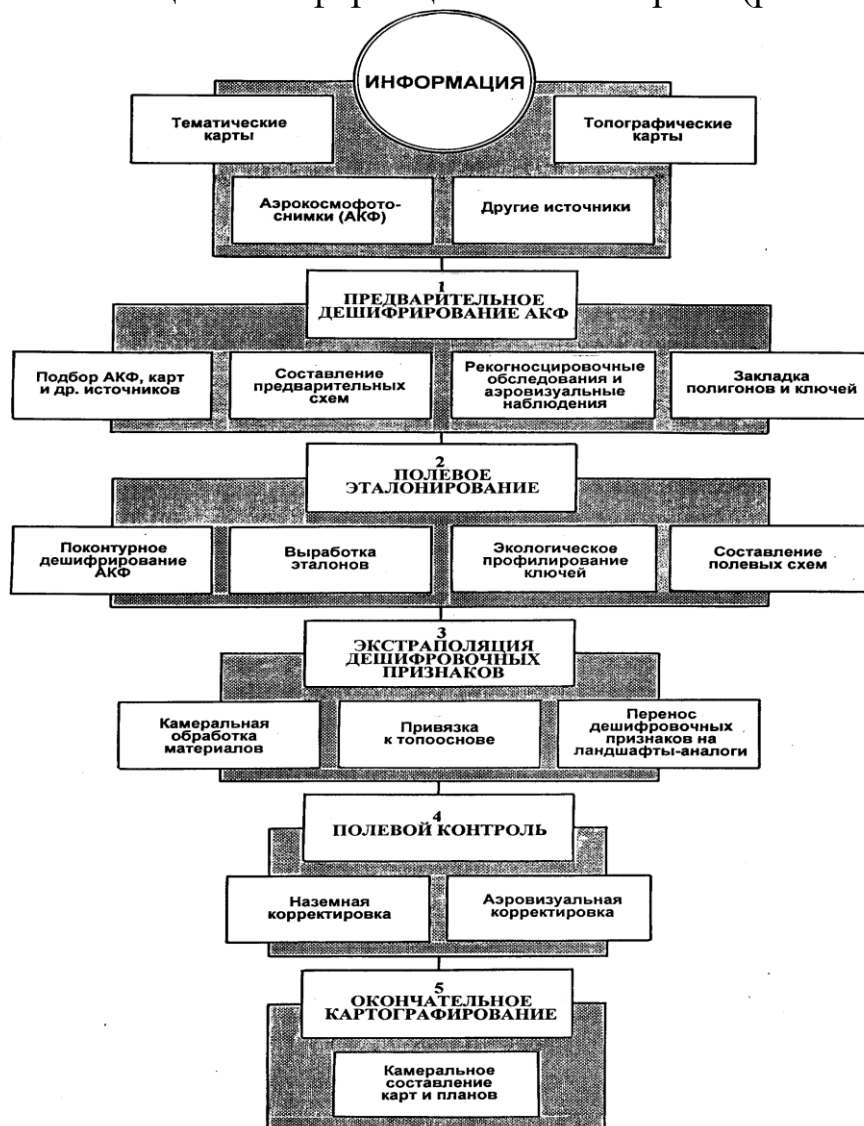


Рис. 14.2. Схема технологии работ с АКФ и картографическими материалами в агролесомелиорации

Приведем пример картографирования фитоэкологических условий для ландшафтов песчаных арен. Оно осуществляется с привлечением КФС, в основном летних аспектов. Масштаб черно-белых оригиналов 1:2400000-1:1000000. Снимки увеличиваются до рабочего М 1:250000 и используются при полевых работах. Применяются так-

же фотосхемы М 1:100000, спектрзональные фотоснимки и многозональные позитивы на прозрачной основе, которые обрабатываются на многозональном проекторе MSP-4С. Как установлено в результате исследований, наиболее информативными дешифровочными признаками на КФС являются тон (цвет) и рисунок фотоизображения, обусловленные степенью заросленности, макро- и мезорельефом песков.

По прямым признакам на КФС определяются следующие ландшафтные особенности: границы (контуры) песчаных массивов, рельеф (грядовые, бугристые, равнинные пески, крупные депрессии), степень заросленности песков (на уровне комплексов из незаросших, слабо-, среднезаросших и заросших песков), – а по косвенным (рельеф, растительность) – УГВ. Кроме этого, на песках уверенно дешифрируются контуры древесной растительности по понижениям.

Контуры песчаных массивов выделяются по тону и рисунку фотоизображения и наносятся на картографическую основу. Например, если Арчедино-Донские и Голубинские пески используются в основном в качестве пастбищ, то на них отсутствует упорядоченная сеть прямоугольников различного тона – полей севооборотов. Общий серый тон и зернистый рисунок фотоизображения с отдельными темными (древесные колки) и светлыми (очаги дефляции) пятнами свидетельствуют о принадлежности территории к пескам.

По КФС на Арчедино-Донском массиве выделено 6 ландшафтных комплексов: 1) бугристо-барханские незаросшие и слабозаросшие пески; 2) бугристые среднезаросшие и заросшие, подразделяющиеся на участки с близким и глубоким залеганием ГВ; 3) грядово-бугристые разной степени заросленности; 4) пологоволнистая песчаная равнина; 5) крупные депрессии в бугристых песках с близким залеганием ГВ; 6) плоская супесчаная равнина. Эти комплексы, выделенные по КФС, впоследствии явились основой для более детального картографирования песков по АФС и выделения местностей, урочищ и отдельных фаций.

Для выделения в пределах песчаных массивов площадей с разным УГВ изучены возможности применения КФС М 1:500000-1:125000. Индикаторами для определения УГВ служили рельеф и растительность. Результат гидрогеологического дешифрирования КФС – карта глубины залегания ГВ в Арчедино-Донском песчаном массиве М 1:200000 (рис. 14.3).

В процессе исследований установлено, что чем ближе к поверхности залегают ГВ, тем активнее развивается естественная фреатофитная растительность, которая обуславливает интенсивный темный тон

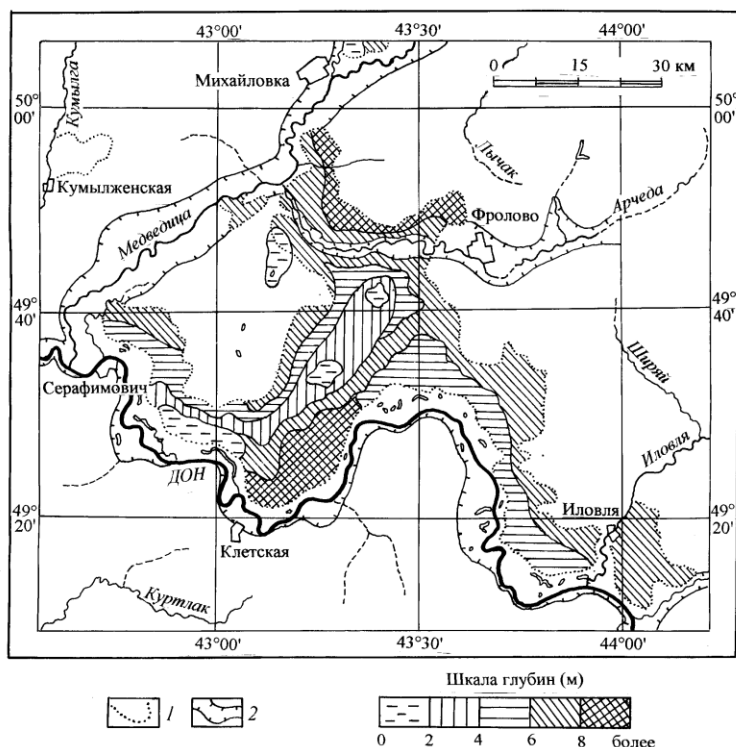


Рис. 14.3. Карта глубины залегания ГВ в Арчедино-Донских песках (составлена по КФС):  
1 – границы песков, 2 – поймы

межрядовых понижений, где и развивается плотная древесно-кустарниковая и травянистая растительность.

Места с глубиной залегания ГВ от 4 до 6 м дешифрируются по светло-серому и серому тону фотоизображения и ячеистому рисунку. Ввиду глубокого залегания ГВ (глубже 4 м) и наличия плотных горизонтов кварцевого песка в понижениях между буграми древесная растительность практически отсутствует. Серый тон понижений обуславливается более плотным по сравнению с вершинами и склонами бугров травянистым покровом. Пески с глубиной залегания ГВ от 6 до 8 м дешифрируются по светло- и светловато-серому тону фотоизображения и расплывчатому ячеистому рисунку. Травянистый покров здесь настолько разрежен, что даже по понижениям не отмечается плотного серого тона. Районы с глубиной залегания ГВ больше 8 м определяются по однородному темно-серому тону фотоизображения и отсутствию ячеистого рисунка. В основном это пологоволнистые равнины и высокая третья терраса Дона. Как правило, эти места хорошо закреплены травянистой степной растительностью, которая и обеспечивает соответствующий тон. Во всех случаях МГВ менее 1 г/л.

На основе полученных данных дешифрирования АКФ и экстра-

фотоизображения таких мест на КФС. ГВ здесь либо выходят на поверхность, либо находятся не глубже 2 м. Это территория наиболее низких межбугровых и межрядовых понижений или крупных по площади депрессий среди бугристых песков. Обычно они заняты древесно-кустарниковой растительностью. Для территорий с глубиной залегания ГВ от 2 до 4 м характерен серый тон и волнистый рисунок фотоизображения повышений с чередующимся темным тоном

поляции их на всю исследуемую территорию, а также ландшафтной карты, схемы глубины залегания ГВ и имеющегося картографического материала составлена карта агролесомелиоративного районирования Арчедино-Донских песков М 1:100000, основанная на всестороннем анализе их фитоэкологических условий.

Выделяется пять агролесомелиоративных районов Арчедино-Донских песков (рис. 14.4.).

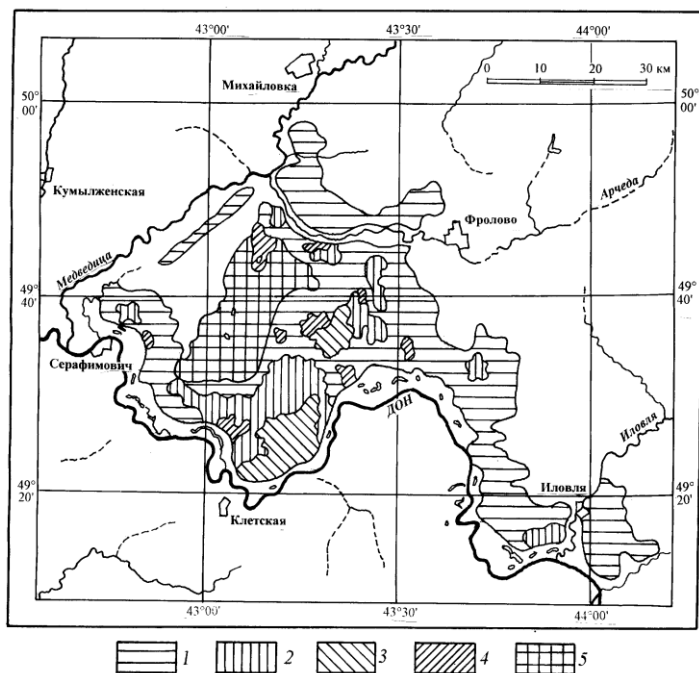


Рис. 14.4. Агролесомелиоративное районирование Арчедино-Донских песков:

1 – среднебугристые разной степени заросленности, 2 – грядово-бугристые пески; 3 – пологоволнистые равнины; 4 – крупные депрессии; 5 – плоская равнина

ГВ, доступные для лесных культур, в среднепониженных местах залегают на глубине 2-4 м. Этот район весьма перспективен для использования в качестве пастбищ под защитой насаждений. В настоящее время при проектировании и создании насаждений на этих песках не всегда учитывается корнедоступность ГВ для культур сосны. Главный критерий ее размещения – удобство площадей для прохождения посадочных и почвообрабатывающих агрегатов. Такими участками являются сполоченные вершины песчаных гряд с примитивными почвами. ГВ здесь залегают на глубине 10-12 м, и дополнительного

1. Среднебугристые разной степени заросленности пески с дерново-степными и примитивными почвами со степной разреженной растительностью. Глубина залегания ГВ 4-8 м. Здесь по понижениям возможно создание лесонасаждений защитно-хозяйственного и рекреационного назначения. Остальные территории после лесомелиоративного освоения используются в качестве пастбищ с регулируемой системой выпаса.

2. Грядово-бугристые пески с дерново-степными почвами по понижениям и степной разнотравной рас-

водопитания культуры не получают. Насаждения целесообразно размещать по склонам гряд и междрядовым понижениям, тем самым приближая корни сосны к ГВ. Посадку следует вести не сплошными полосами, а участками между естественными колками. В результате образуется сплошной культурно-естественный тип насаждений в междрядовых понижениях, способный защитить вершины и склоны гряд от дефляции, улучшить травостой и организовать пастбищеоборот.

3. Пологоволнистые равнины с дерново-степными почвами хорошо закреплены травянистой растительностью. ГВ залегают глубже 8 м. Эти земли перспективны для организации почвозащитных севооборотов в системе ПЗЛП (рис. 14.5).



Рис. 14.5. Почвозащитные севообороты на дерново-степных почвах. Почвозащитные полосы из сосны обыкновенной. Волгоградская обл., Калачевский р-н, АО "Нива". Фото 1989 г., сентябрь

района 4920 га, или 2,1% площади массива 5 (см. рис. 14.4). Плоская равнина с черноземовидными супесчаными сильнодефлированными почвами – основной земельный фонд Арчедино-Донских песков. Площадь 44130 га, или 17,9% площади массива.

АКФ являются ценным материалом, предоставляющим информацию о степени подверженности дефляции полей севооборотов на песчаных и супесчаных землях. На КФС такие поля определяются по прямоугольной форме и размытому светло-серому и светлому тону, рисунок не выражен. На АФС они дешифрируются по прямоугольной форме, светловато-серому и серому тону и размытому рисунку почвенных контуров. Размытость границ, особенно с наветренной стороны поля, является основным дешифровочным признаком подвержен-

4. Крупные по площади депрессии, расположенные среди бугристых и грядово-бугристых песков с супесчаными черноземовидными и лугово-болотными почвами с лугово-степной растительностью. Глубина залегания пресных ГВ менее 2 м. Эти территории необходимо осваивать под ценные пастбища и сенокосы. На отдельных площадях возможно выращивание кормовых трав, садовых и бахчевых культур с использованием для орошения выходов ГВ. Площадь данного

ности полей дефляции. Возникает она вследствие переноса мелкозема. Так, в районе, непосредственно прилегающем к пескам, имеется около 35 тыс га сельхозугодий, на которых необходимо применять почвозащитную агротехнику для предотвращения выдувания верхнего плодородного слоя почвы.

Большой интерес в хозяйственном и экологическом отношении на данной территории представляют леса и различные виды лесонасаждений. Поэтому необходимо остановиться на их характеристике и возможности оценки лесистости региона с помощью АКФ. В этой связи полезно рассмотреть территорию не только Арчедино-Донских песков, но и сопряженные участки на зональных почвах, примыкающие к поймам, долинам и водоразделам рек Дона, Медведицы, Арчеды.

Искусственные лесные насаждения создавались в основном с целью закрепления песков и оврагов, защиты почв от эрозии и дефляции, водоемов от загрязнения, а также повышения эффективности использования малопродуктивных земель.

Лесные полосы старше 35-летнего возраста созданы преимущественно по древесно-кустарниковому типу рядовым способом посадки. Они чаще всего широкие (4-12-рядные), густые (междурядья 1,5 м, расстояния между деревьями в рядах 0,7-1,0 м), плотной конструкции с одной или несколькими главными и сопутствующими породами. Из древесных пород наиболее распространены вяз приземистый, ясень зеленый, клен ясенелистный, дуб летний, акация белая, яблоня лесная. Кустарники (смородина золотая, клен татарский, скумпия кожевенная, акация желтая, лох узколистный) вводились как чистыми рядами, так и в чередовании в рядах с главными и сопутствующими породами. Для повышения мелиоративной эффективности этих лесных полос необходимо провести рубки ухода и санитарные.

Более молодые лесные полосы (моложе 30 лет) созданы преимущественно по древесному типу рядовым способом (3-5-рядные) с междурядьями 3,0 м и расстоянием в рядах 1,0-1,5 м. Преобладающие породы – акация белая, вяз перистоветвистый, ясень зеленый. Большинство из них нуждаются в санитарных рубках.

Основная часть лесных массивов искусственного происхождения представлена культурой сосны (рис. 14.6). Естественные леса занимают около 10% территории и расположены в поймах рек, по оврагам, балкам и на песках. Древесная растительность представлена в основном дубом, вязом, тополем, ивой, осиной, березой. В подлеске клен татарский, бересклет бородавчатый, терн, шиповник обыкновенный.





Рис. 14.6. Культура сосны на Арчедино-Донских песках. Фото 1991 г., июнь

Для оценки территории по уровню лесистости применяется система электронного картографирования с пакетом прикладных программ "Surfer". В этих целях на всей площади региона по АФС и топографическим картам М 1:100000 осуществляется поквартный учет площади лесов и лесных насаждений. За минимальную единицу учета принят квадрат площадью 16 км<sup>2</sup>. Искусственные и естественные лесные насаждения учитываются отдельно. Координаты центров квадратов и полученные для них значения лесистости введены в ЭВМ и математически обработаны. В результате составлена серия оценочных компьютерных карт (рис. 14.7), районирующих территорию по уровню общей, естественной и искусственной лесистости.

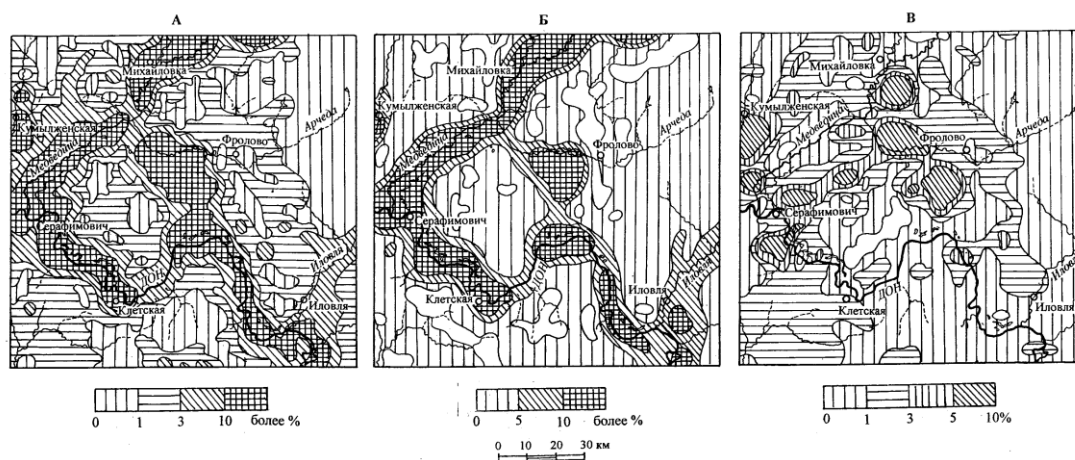


Рис. 14.7. Компьютерные карты общей (А), естественной (Б), искусственной (В) лесистости Арчедино-Донских песков и прилегающих территорий. Составлены по АКФ 1980-1993 гг. (в % от общей площади)

Изучение объектов эрозии с помощью АКФ позволяет правильно и эффективно планировать агролесомелиоративные мероприятия, строительство противоэрозионных гидротехнических сооружений, а также проводить мониторинг за развитием эрозионных процессов.

В зависимости от этапов научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ применение АКФ позволяет решать следующие задачи: а) обнаружение эродированных площадей и определение

направленности их использования; б) определение в целом по КФС очередности агролесомелиоративных мероприятий; в) составление карт агролесомелиоративных мероприятий в требуемом масштабе; г) картографирование агролесомелиоративных работ в зависимости от очередности их выполнения в М 1:25000 или 1:10000; д) составление планов водосборных площадей и гидрографической сети; е) определение агролесомелиоративных мероприятий и гидротехнических противоэрозионных сооружений с указанием объемов работ.

Перечисленные задачи можно решить с помощью наиболее информативных АКФ: черно-белых КФС М 1:125000, АФС М 1:50000; 1:25000; 1:10000. В качестве вспомогательного материала используют спектрзональные КФС М 1:200000 и многозональные позитивы на прозрачной основе. По АФС М 1:50000-1:25000 определяют общие характеристики мезорельефа, площади малых водосборов, крупных ложбин, некоторых участков смытых почв, степень антропогенного воздействия на эрозионные процессы. Для получения морфометрических характеристик оврагов, состояния почвенного покрова, почвогрунтов, ЗЛН и противоэрозионных сооружений используют снимки масштаба 1:10000. КФС М 1:1000000-1:125000, обладая большой обзорностью и высокой естественной генерализацией природных ландшафтов или их отдельных компонентов, существенно дополняют информацию, полученную с аэрофотоснимков. Их используют для получения общего представления об изучаемой территории, определения морфологических и структурных особенностей рельефа, границ и площадей водосборов, их расчленённости, а также выявления закономерностей распространения эрозионных объектов.

Исходя из программы научных исследований или плана проектно-изыскательских работ, подбирают или уточняют объекты для оценки проявления эрозии почвы. Предварительно изучают фондовые и информационные материалы, характеризующие водосборы, гидрографическую сеть, ЗЛН на водосборах (полезащитные, приовражные, прибалочные и др.), противоэрозионные сооружения. Полевое эталонирование проводят на ключевых участках. Форма и площадь ключевого участка могут быть разнообразными, но не более одного АФС. Во время полевых работ ведется журнал обследования овражно-балочных земель.

Маршрутные наземные исследования на ключевых участках проводят с использованием АФС, фотопланов и карт М 1:25000, которые имеются в каждом хозяйстве. На них уточняются дешифровочные при-

знаки объектов. Дешифрирование рельефа и элементов гидрографической сети проводят по прямым признакам, но иногда приходится привлекать и косвенные – особенности топографического расположения гидрографии, взаимосвязь с окружающими элементами ландшафта. В зависимости от величины форм рельефа выделяют макро-, мезо-, микро- и нанорельеф. При исследовании эрозии почв особое значение приобретает изучение мезо- и микрорельефа территории.

Неравномерность земной поверхности с амплитудами высот до нескольких десятков метров относят к формам мезорельефа: это лощины, балки, овраги. Все эти элементы отражаются на АКФ с большой объективностью и детальностью. Взаимосвязь элементов мезорельефа прослеживают по КФС, а более подробную информацию получают по АФС М 1:10000-1:25000.

Лощины представляют собой резко выраженные углубления на поверхности склона. Дешифрируют их по вытянутой форме, ясно выраженному дну, высоким и крутым откосам, хорошо заметной плавно изогнутой бровке вследствие зарастенности дна и откосов лощины более густой и влаголюбивой растительностью, чем прилегающие склоны, серому тону фотоизображения.

Балки имеют вытянутую извилистую древовидную форму, широкое ясно выраженное дно, асимметричные откосы. Днища и нижние части откосов балок изображаются темно-серым тоном, который обусловлен развитием лугово-каштановых почв, заросших густой влаголюбивой растительностью. Контуры верхних частей откосов изображаются, как правило, однородным серым тоном, который соответствует менее влаголюбивой растительности. Иногда на дне балки можно видеть тонкую извилистую темную линию, соответствующую водотоку. Если дно и откосы балки заросли древесно-кустарниковой растительностью, то тон изображения бывает почти черный, а структура изображения – зернистой.

Важнейшим показателем, характеризующим общее состояние территории, является овражность. Очень важно определить типы оврагов, разделить их на прекратившие рост и действующие, определить морфометрические показатели и интенсивность развития. На АФС хорошо различают все типы оврагов. Действующие овраги имеют узкую, четко очерченную, зазубренную форму. Из-за разрушения почвенного покрова, смыва гумусированного слоя и обнажения почвообразующих пород тон изображений светлый.

По месту образования относительно древней гидрографической

сети различают овраги донные, береговые, склоновые. Донные овраги образуются на дне балок или лощин. Форма изображения на АКФ вытянутая, бровка сильно зазубренная, дно узкое. Береговые овраги возникают на берегах древней гидрографической сети. Форма их изображения также вытянутая, часто сильноветвящаяся. Склоновые овраги образуются на склонах водосборных бассейнов. Их форма прямолинейно-вытянутая с многочисленными короткими отвершками.

По изменению формы, размеров, тональности изображения на снимках можно различить стадии оврагообразования. Первую стадию развития оврага (промоину) дешифрируют по вытянутой, угловатой форме, малым размерам и более светлому тону, чем прилегающие склоны. Вторую стадию (врезание оврага вершиной) различают по широкой овальной форме, сильно зазубренной бровке, значительно увеличившимся размерам. Третью стадию – по широкой, несколько угловатой вершине, более ровной, чем во второй стадии, линии бровки.

Овраг в стадии затухания дешифрируется по еще более ровной, чем в стадиях 1-3, линии бровки, сравнительно большой ширине и плавному понижению дна, растительности на дне и нижней части откосов.

Прекратившие рост овраги из-за покрывшей их днища и откосы растительности на снимках имеют серый тон, а линия бровки оврагов плавно изогнута, без зазубрин.

Формы микрорельефа представляют собой мелкие неровности земной поверхности с колебаниями высот не более нескольких метров (ложбины стока, водороины, конусы выноса). Дешифрируют их в основном по форме и тону изображения, обусловленным неравномерным распределением влаги.

Ложбины характеризуются небольшой глубиной (до 1 м) и пологими симметричными боковыми склонами, легко сливающимися с окружающей местностью. Тон изображения их более темный, чем прилегающих склонов.

Водороины обычно расположены в средней и нижней частях склона; выявляют их по более светлому, чем прилегающих участков, тону и округлой форме.

При изучении эрозионных процессов по АКФ учитывают не только элементы мезо- и микрорельефа, но и крутизну, экспозицию склонов, их длину, а также форму профиля склона. При визуальном дешифрировании АКФ форму склона определяют по косвенному признаку – рисунку ложбинно-потяжинной сети.

Прямые ложбины стока формируются на прямых или слегка во-

гнутых склонах различной длины. На выпуклых склонах рисунок ложбинно-потяжинной сети веерообразный. Вогнутые склоны определяют по ложбинам и потяжинам разветвленной формы.

По форме и глубине врезания ложбинно-овражной сети определяют литологическое строение склонов. На глинах овраги неглубокие с равномерным уклоном, плавным округлым поперечным профилем и глубоко врезанными вершинами. Если они выработаны на песках или гравийных отложениях, то имеют остроугольный поперечный профиль, небольшую длину и крутой профиль дна. Овраги, прорезающие лёссы и песчано-глинистые отложения, характеризуются малыми уклонами тальвегов и плоскими днищами.

Дешифрирование почвенного покрова целесообразно проводить на крупномасштабном АФС.

В зависимости от эродированности почвы подразделяют на слабо-, средне- и сильно смытые. Тон снимка с увеличением степени смытости становится более светлым, меняется также текстура фотоизображения.

Характер ложбинно-потяжинной сети является дешифровочным признаком гранулометрического состава почв. Длинные, сравнительно узкие ложбины, изображающиеся более темным тоном, чем прилегающие склоны, формируются на почвах суглинистого и глинистого гранулометрического состава. На супесях ширина ложбин стока значительно больше, чем на глинах и суглинках, а тон изображения тальвега ложбин светлый. На песчаных почвах ложбины стока, как правило, отсутствуют. Очень часто эти почвы подвержены дефляции, поэтому рисунок изображения пятнистый, а тон почти белый. Тон мест выхода меловых пород на снимках ярко-белый, а ложбины стока перисто-ветвистые.

Элементы мезорельефа территории являются важным индикатором типов почв. В степной зоне по приуроченности к широким днищам балок надежно дешифрируются лугово-каштановые, а к поймам рек – аллювиальные почвы.

Тип сельскохозяйственного использования земель (пашня, залежь, сенокосы, пастбища, сады) определяется по геометрической форме угодья. Так, пашню на АФС выделяют по определенной, чаще прямоугольной, форме и полосчатому рисунку борозд от обработки почвы. Тон изображения в зависимости от занятости какой-либо культурой от светло-серого до темно-серого.

Из элементов противоэрозионной системы хорошо дешифрируются ЗЛН и простейшие противоэрозионные сооружения, например водоотводящие и водозадерживающие валы. Их определяют по вытя-

нутой, узкой, плавно изогнутой форме и более светлому тону, чем прилегающие площади. Возле водозадерживающих валов со стороны склона видна аккумулятивная зона.

Из гидромелиоративных сооружений хорошо дешифрируются каналы орошения. Их определяют по узкой, ровной, вытянутой форме, темному тону и темно-серой, узкой, окаймляющей берега полоске влаголюбивой растительности.

ЗЛН различного назначения дешифрируют по узкой вытянутой форме, иногда повторяющей контуры элементов гидрографической сети (прибалочные, приовражные полосы), темно-серому и почти черному тону, полосчатому, зернистому рисунку. Массивные лесные насаждения определяют по значительной площади, разнообразной, чаще геометрически правильной, форме и зернистому рисунку.

Инструментально измерительное дешифрирование проводят для получения количественных характеристик факторов эрозии, необходимых в оценке эрозионной опасности и эрозионного состояния земель.

Снимки оценивают по следующим показателям: продольное и поперечное перекрытие, процент покрытия облаками, резкость фотоизображения, оптическая плотность, разрешающая способность.

Подготовка АКФ к дешифрированию эрозионных объектов на сельскохозяйственных площадях заключается в следующем: опознавание и постановка главных точек, проведение начальных направлений, отграничение рабочих площадей, определение масштабов.

На снимках для определения водосборных площадей прежде всего устанавливают границы водораздела. Для ложбин и оврагов, которые имеют небольшие площади и отражаются на одном снимке, линию водораздела определяют при стереоскопическом изучении АФС как линию наибольших высот, расположенных между двумя тальвегами. Границы водосборов ложбин, балок и малых рек, площади которых отображаются на десятках, а иногда и сотнях АФС, устанавливают по КФС. Здесь линия водораздела достаточно надежно проводится посередине между четко выраженными тальвегами ложбин, густая сеть которых расположена в приводораздельной части склонов. Длину склона определяют по расстоянию от водораздела до линии тальвега.

Общую протяженность гидрографической сети  $L$  измеряют с помощью циркуля или курвиметра на фотоснимках и переводят в расстояние на местности по формуле

$$L = \frac{m}{1000} \cdot l, \text{ км}, \quad (14.1)$$

где  $m$  – знаменатель масштаба снимка;  $l$  – длина гидрографической сети, измеренная на снимке, м.

Коэффициент расчленения территории  $R$  вычисляют по формуле

$$R = \frac{L}{S}, \quad (14.2)$$

где  $S$  – площадь территории, км<sup>2</sup>.

Измерив продольные параллаксы максимальных и минимальных отметок точек на местности в пределах водосбора, вычисляют базис эрозии

$$h = \frac{H}{B} \cdot \frac{m}{1000} \cdot \Delta P, \text{ м}, \quad (14.3)$$

где  $H$  – средняя высота фотографирования, м;  $B$  – базис стереопары, м;  $\Delta P$  – разность продольных параллаксов, мм.

Определив по материалам аэрофотосъемки площадь распаханых земель  $S_{\text{паш}}$ , вычисляют коэффициент распаханности

$$k = \frac{S_{\text{паш}}}{S'}, \quad (14.4)$$

где  $S'$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>.

Имея величины базиса эрозии  $h$ , коэффициентов расчленения  $R$  и распаханности  $k$  территории, а также площади водосбора  $S'$ , определяют коэффициент эрозии

$$K = \frac{hRk}{10\sqrt{S'}}. \quad (14.5)$$

Для прогнозирования овражной эрозии и районирования территории в соответствии с интенсивностью оврагообразования и по разновременным снимкам определяют показатель среднегодового прироста:

$$v = \frac{\Delta l}{n} \cdot \frac{m}{1000}, \text{ м/год}, \quad (14.6)$$

где  $\Delta l$  – разность длин оврагов, измеренная на разновременных снимках, мм;  $n$  – количество лет между фотосъемками.

Интенсивность плоскостной эрозии наиболее точно определяют при совместном использовании результатов, полученных по материалам аэрофотосъемки и в натуре.

На основе методологии ландшафтной агролесомелиорации разработана концепция адаптивно-ландшафтного обустройства деградированных земель, в которой использованы как традиционные, так и новейшие технологии восстановления и сохранения ландшафтного и биологического разнообразия. Ключевым звеном адаптивно-ландшафт-

ного обустройства деградированных сельскохозяйственных земель является агролесомелиоративная обустроенность территорий, которая должна стать императивом идеологии природопользования XXI в.

Структурная модель агролесомелиоративного обустройства деградированных земель представлена на рис. 14.8. Основной блок модели оставляет пространственный анализ деградационных процессов на базе картографо-аэрокосмического мониторинга агроландшафтов, при реализации которого осуществляется анализ картографической и аэрокосмической информации с помощью визуально-инструментального и компьютерного дешифрирования.

Картографо-аэрокосмический мониторинг агроландшафтов включает ряд операций:

- сопряженный картографический анализ и диагностика современного состояния агроландшафтов на основании полевых, дистанционных методов и компьютерного картографирования;

- изучение структуры и состава агроландшафтов, природных экзогенных процессов на основе ландшафтно-экологического дешифрирования АКФ;

- разработка критериев оценки антропогенной деградации агроландшафтов;

- составление геоэкологических (ландшафтно-экологических) карт состояния сельскохозяйственных угодий;

- проведение ландшафтно-типологического и лесомелиоративного районирования на основе АКФ;

- разработка и составление региональных и локальных ландшафтных проектов противодеградационных фитолесомелиоративных мероприятий.

Реализация структурной модели агролесомелиоративного обустройства сельскохозяйственных ландшафтов позволит разработать систему управления процессами восстановления деградированных агроландшафтов. В систему управления процессами восстановления деградированных агроландшафтов должны входить три блока: информационный – картографо-аэрокосмический мониторинг и компьютерные технологии хранения и обработки информации; блок принятия решений по управлению процессами мелиорации деградированных земель – прогнозирование деградационных процессов и принятие фитоагролесомелиоративных решений; блок реализации решений – адаптированные агролесомелиоративные технологии восстановления земель в различных почвенно-климатических зонах.



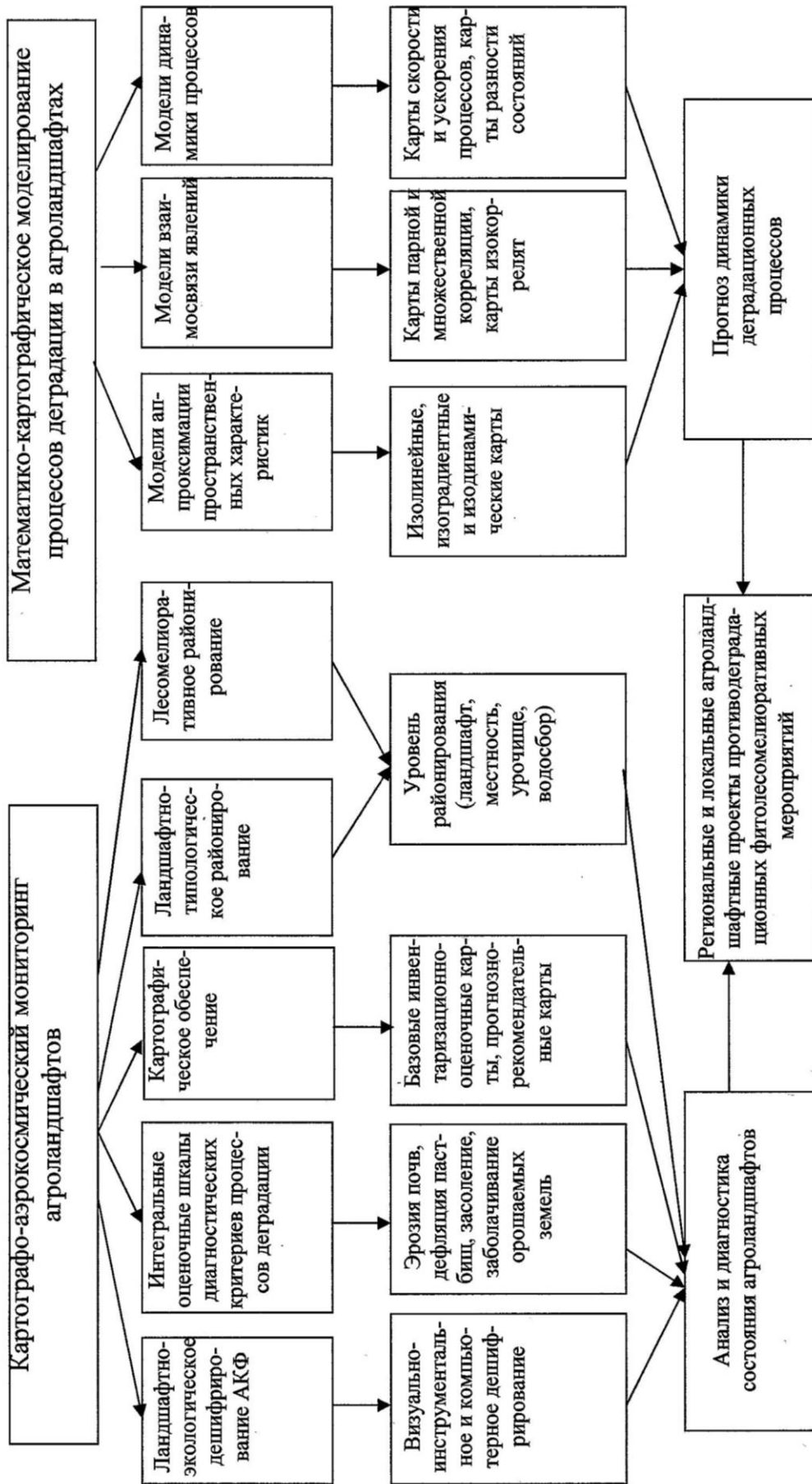


Рис. 14.8. Структурная модель агролесомелиоративного обустройства

## 14.2. Географические информационные системы

Впервые термин "географическая информационная система" появился в англоязычной литературе и использовался в двух вариантах: как *geographic information system* и *geographical information system*. Очень скоро он получил сокращенное наименование *GIS*. Чуть позже термин "ГИС" вошел в российский научный лексикон.

ГИС определялись как *информационные системы, обеспечивающие сбор, хранение, обработку, отображение и распространение данных, а также получение на их основе новой информации и знаний о пространственно-координированных явлениях.*

Классификация ГИС возможна по нескольким основаниям: пространственному охвату, объекту и предметной области информационного моделирования, проблемной ориентации, функциональным возможностям, уровню управления и некоторым другим критериям.

*По пространственному охвату* различают глобальные, или планетарные, субконтинентальные, национальные, межнациональные, региональные, субрегиональные и локальные (местные), в том числе муниципальные, и ультралокальные.

С помощью ГИС можно моделировать объекты и процессы, локализованные или протекающие в любом пространстве. Состав и структура ее данных определяются *объектами* информационного моделирования, какими являются и как собственно объекты (лес, земля, вода и др.), так и процессы (наводнения, загрязнение окружающей среды).

ГИС различаются *предметной областью* информационного моделирования; среди предметно-ориентированных, как правило ведомственных, бывают природоохранные, земельные информационные системы (ЗИС), городские и др.

*Проблемная ориентация* ГИС определяется решаемыми в ней научными и прикладными задачами: инвентаризация (кадастр, паспортизация) объектов и ресурсов, анализ, оценка, мониторинг, управление и планирование, поддержка принятия решений.

Классификация ГИС по их *функциональности* связана с программным обеспечением. Общие функции ГИС: получение данных, их ввод в компьютерную (цифровую) среду, хранение (в том числе обновление, или *актуализация*), обработка, вывод (например, в форме карт), распространение и использование данных, включая принятие решений на их основе. Классическая схема функций ГИС, по Р. Томлинсону, приведена на рис. 14.9. Соответственно этим обобщенным функциям выделяются структурные единицы ГИС – ее подсистемы (блоки, модули).

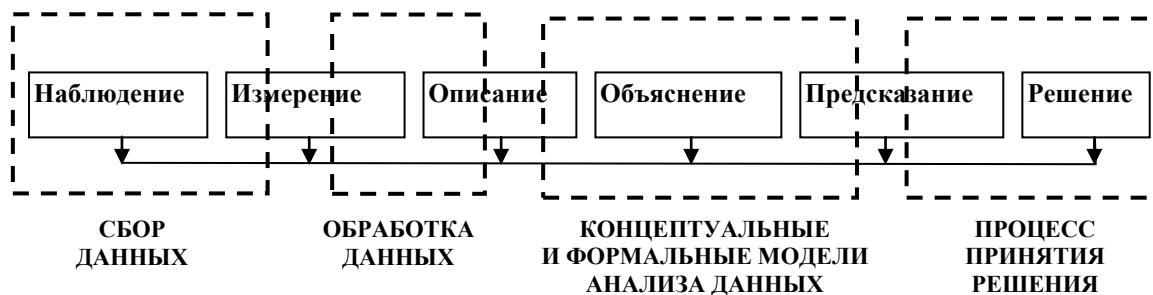


Рис. 14.9. Схема функций ГИС

Известна также их классификация по *уровню управления*. Например, в зависимости от уровня органов государственного управления различают ГИС федерального, регионального и специального назначения (под последними понимаются системы, используемые для обслуживания информационных потребностей конкретных отраслей народного хозяйства).

В настоящее время под *географической информационной системой* понимается *аппаратно-программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных; интеграцию данных, информации и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой и территориальной организацией общества.*

*Источники пространственных данных* для ГИС – основа их *информационного обеспечения*. Цифровая среда существования предполагает цифровую форму обрабатываемых ею данных, а основную массу источников составляют аналоговые данные ("бумажные" карты, статистические табличные отчеты, тексты). Следует иметь в виду общие свойства данных: пространственный охват, масштабы, разрешение, форму существования (аналоговая – цифровая), периодичность поступления, актуальность, обновляемость и иные характеристики, которые объединяются обобщающим термином *метаданные* (данные о данных).

ГИС оперируют упорядоченными наборами данных. Среди них традиционно различают картографические, статистические, аэрокосмические материалы, которые преобразуются и вводятся в среду ГИС.

Использование географических карт как источников исходных данных для формирования баз данных удобно и эффективно по ряду причин. Во-первых, атрибутивные характеристики, полученные с картографических источников, имеют территориальную привязку, во-вторых, в них нет пропусков, "белых пятен", в пределах изображаемо-

го пространства (территории, акватории и др.) и, в-третьих, уже имеется множество технологий перевода этих материалов в цифровую форму. Картографические источники отличаются большим разнообразием – кроме общегеографических и топографических имеется множество различных тематических карт.

Одним из основных источников данных для ГИС являются материалы *дистанционного зондирования*. Они объединяют все типы данных, получаемых с носителей космического и авиационного базирования, и составляют значительную часть дистанционных данных.

К настоящему времени накоплен фонд *аэрофотоснимков*, полностью покрывающих территорию России, а для многих районов с многократным перекрытием, что особенно важно при изучении динамики объектов. Материалы аэрофотосъемки используются в основном для топографического картографирования страны, также широко применяются в геологии, в лесном и сельском хозяйстве.

*Космические снимки* получают по двум технологиям: с использованием фотографических и сканерных систем. При высоком качестве изображения фотографические съемки выполняются несистематически; лишь в отдельных случаях возможно получение повторных снимков на одну и ту же территорию. Из-за эпизодичности съемок и трудностей, связанных с облачностью, регулярное покрытие территории таким видом съемки пока не обеспечивается. Поэтому используются снимки других типов – телевизионные и сканерные. Эти снимки могут быть сверхвысокого разрешения – от 0,5 до 5 м (QuickBird-2, США; IRDAS, Индия; Ikonos, США и др.), высокого – от 5 (SPOT) до 30-40 м (Landsat TM, Ресурс-0 и др.); среднего – 150-200 м (Ресурс-0, Метеор-Природа) и малого разрешения – 1 км (NOAA, США) и более. На сканерных снимках хорошего качества, особенно на цветных синтезированных, в целом выделяются те же объекты, что и на фотографических, но при этом обеспечивается регулярная повторяемость съемки и удобство автоматизированного ввода в базы данных, поскольку они поступают в цифровом виде.

*Статистические материалы* имеют цифровую форму и удобны для непосредственного использования в ГИС, среди них особо выделяется государственная статистика. Основное ее предназначение – дать представление об изменениях в хозяйстве, составе населения, уровне его жизни и др.

Информационную основу ГИС образуют цифровые представления (модели) реальности. Цифровые по форме модели простран-

ственных данных относятся к типу информационных моделей, отличных от реальных (например, физических), математических, мысленных или моделей особого типа (например, картографических).

Объектом информационного моделирования в ГИС является *пространственный объект*. Это одно из ключевых понятий геоинформатики. Он может быть определен как цифровое представление (модель) объекта реальности (местности), содержащее его местоуказание и набор свойств (характеристик, атрибутов) или сам объект.

Некоторое множество цифровых данных о пространственных объектах образует *пространственные данные*. Они состоят из двух взаимосвязанных частей: позиционной (тополого-геометрической) и непозиционной (атрибутивной) составляющих, которые образуют описание пространственного положения и тематического содержания данных соответственно.

Базовыми (элементарными) типами пространственных объектов, которыми оперируют современные ГИС, обычно считаются следующие:

*точка* (точечный объект) – 0-мерный объект, характеризуемый плановыми координатами;

*линия* (линейный объект, полилиния) – 1-мерный объект, образованный последовательностью не менее двух точек с известными плановыми координатами (линейными *сегментами* или *дугами*);

*область* (полигон, полигональный объект, контур, контурный объект) – 2-мерный (площадной) объект, внутренняя область, ограниченная замкнутой последовательностью линий (*дуг в векторных топологических моделях*) и идентифицируемая внутренней точкой (*меткой*);

*пиксель* (пиксел, пэл) – 2-мерный объект, элемент цифрового изображения, наименьшая из его составляющих, получаемая в результате дискретизации изображения (разбиения на далее неделимые элементы *растра*); элемент дискретизации координатной плоскости в *растровой модели (данных)* ГИС;

*ячейка* (регулярная ячейка) – 2-мерный объект, элемент разбиения земной поверхности линиями *регулярной сети*;

*поверхность* (рельеф) – 2-мерный объект, определяемый не только плановыми координатами, но и аппликатой  $Z$ , которая входит в число *атрибутов* образующих ее объектов, оболочка *тела*;

*тело* – 3-мерный (объемный) объект, описываемый тройкой (триплетом) координат, включающей аппликату  $Z$ , и ограниченный *поверхностями*.

В зависимости от типа объекта его местоположение определяет-

ся парой координат (для точечного объекта) или набором координат, организованным определенным образом в рамках некоторой модели данных. Это геометрическая часть описания данных, *геометрия* (метрика) рассматриваемых пространственных объектов, отличная от их семантики (непозиционных свойств).

Перечень свойств соответствует *атрибутам* объекта, качественным и количественным его характеристикам, которые приписываются ему в цифровом виде пользователем и могут быть получены в ходе обработки данных или генерируются системой автоматически (к последнему типу атрибутов принадлежат, например, значения площадей и периметров полигональных объектов). Атрибутами объекта могут считаться любые типы данных: текст, цифровое изображение, видео- или аудиозапись, графика (включая карту), что, по существу, реализуется на практике в мультимедийных *электронных атласах*. Под атрибутами понимаются именно содержательные, тематические (непозиционные, непространственные) свойства объектов.

Управление атрибутивной частью данных обычно возлагается на средства *систем управления базами данных* (СУБД), встроенных в программные средства ГИС или внешних по отношению к ним. Оно реализовано в *векторной модели данных*, атрибуты которой представлены таблицей, хранятся и управляются СУБД, поддерживающей реляционную модель данных. Позиционная часть данных, связанная с атрибутивной через идентификаторы пространственных объектов, управляется другими средствами. Модели пространственных данных такого типа получили широкое распространение и наименование геореляционных. Современной альтернативой таких моделей является интегрированный подход, когда и атрибутивная, и тополого-геометрическая части данных хранятся и управляются в единой среде СУБД, а также объектный и объектно-реляционный подходы (и одноименные им типы моделей данных).

На концептуальном уровне все множество моделей данных можно разделить на три типа: модели дискретных объектов, непрерывных полей и сетей.

Типами (классами) моделей именуют также модели, различающиеся по внутреннему устройству. В практике определился набор базовых моделей (представлений) пространственных данных, используемых для описания двухмерных объектов (планиметрических объектов): растровая; регулярно-ячеистая (матричная); квадротомическая (квадродерево, дерево квадратов, квадрантное дерево, Q-дерево); век-

торная; векторная топологическая (линейно-узловая); векторная нетопологическая.

Рассмотрим некоторые модели более подробно.

В компьютерной графике *растр* – прямоугольная решетка, которая разбивает изображение на составные однородные (гомогенные) *пиксели*, каждому из которых поставлен в соответствие некоторый код, обычно идентифицирующий цвет в той или иной системе цветов (цветовой модели). Из множества значений логических пикселей складывается цифровое изображение. Пикселю присваивается цифровое значение, определяющее имя, или семантику (атрибут), объекта. Аналогичным образом описываются линейные и полигональные объекты: каждый элемент матрицы получает значение, соответствующее принадлежности или непринадлежности к нему того или иного объекта (рис. 14.10). Полученная матрица образует растровый *слой* с однотипными объектами; множество разнотипных объектов образует набор слоев, составляющих полное цифровое описание моделируемой предметной области.

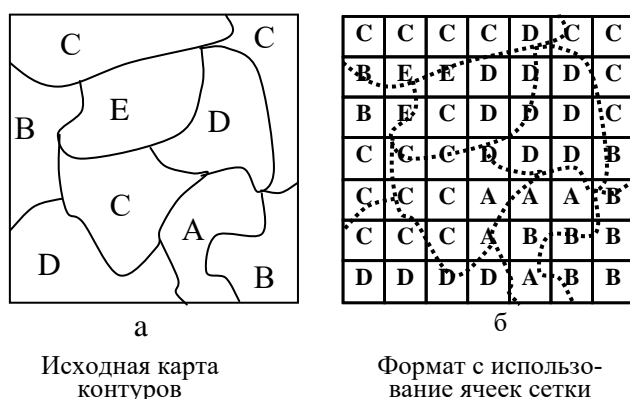


Рис. 14.10. Растровая модель данных:

*a* – с атрибутами (классами), *б* – матричная, каждому элементу которой присвоено значение атрибута объекта

В ГИС растрового типа достаточно просто могут быть реализованы функции их обработки, включая пространственный анализ. Простота машинной реализации операций с растровыми данными находится в противоречии с другой главной их особенностью – значительными затратами машинной памяти для их хранения (в сравнении с объемами данных в описываемых ниже векторных моделях).

Растровая модель данных пригодна для цифрового представления не только пространственных объектов в ГИС, но и их изображений. Примерами могут служить цифровые фотоизображения, снятые цифровой фотокамерой, полученные путем цифрования аналоговых негативов или фотоотпечатков на *сканере* хорошего разрешения и далее превращенные (возвращенные) в графику. Данные дистанционного

зондирования Земли – аэро- и космоснимки – образуют класс растровых цифровых изображений, обрабатываемых программными средствами. Растровой цифровой копией можно назвать оцифрованную на сканере бумажную карту, используемую в качестве графической подложки (растровой *цифровой карты-основы*) в малозатратных геоинформационных проектах.

Во всех перечисленных выше случаях речь идет о цифровых растровых *изображениях*, образованных множеством их элементов – пикселей, – каждому из которых соответствует значение (код) цвета или спектрального коэффициента яркости объекта съемки. Если единицей данных при их описании служит элемент "разбиения" *территории* – регулярная пространственная *ячейка* (территориальная ячейка) правильной геометрической формы, – то речь идет о другой, отличной от растровой, хотя и формально с нею схожей, *регулярно-ячейистой модели данных*. При этом сеть может строиться (мысленно) на плоскости и в условных прямоугольных координатах некоторой картографической проекции или на поверхности шара, эллипсоида; в последнем случае регулярными ячейками обычно являются сферические трапеции фиксированного или переменного углового размера.

Межмодельные преобразования – часть более общей проблемы преобразования *форматов* пространственных данных, конкретных реализаций их моделей в программных средствах ГИС.

Квадратомическая модель данных основана на разбиении территории или изображения на вложенные друг в друга пиксели или регулярные ячейки с образованием иерархической древовидной структуры – декомпозиции пространства на квадратные участки (квадраты, квадратные блоки, квадранты), каждый из которых делится рекурсивно на четыре вложенных до достижения некоторого уровня пространственного разрешения.

Векторные модели используются для цифрового представления точечных, линейных и площадных (полигональных) объектов.

Множество точечных объектов, образующее слой однородных данных (например, множество объектов, соответствующих населенным пунктам), может быть представлено в векторном формате в виде неупорядоченной (необязательно упорядоченной) последовательности записей (строк таблицы).

Линейный объект (в общем случае кривая) или граница полигонального объекта могут быть представлены в виде последовательности образующих их точек (промежуточных точек) или набора линейных отрезков прямых (сегментов), образующих полилинию.



Таким же образом может быть представлена граница полигонального объекта. При этом каждый именованный полигон (со своим идентификатором) представляется записью пар координат, образующих его границу в избранной последовательности (например, по часовой стрелке).

Для характеристики аналого-цифровых преобразований требуется введения нескольких базовых понятий, таких как *цифровая электронная карта (ЦК)*. Как явление цифровой среды, цифровая "карта" не является картой, картографическим изображением в традиционном для картографии смысле, поскольку невоспринимаема человеком визуально или тактильно, а, будучи визуализирована, перестает быть цифровой. Вполне точно ей соответствует термин "цифровая модель карты", со временем редуцированный до более краткого термина "цифровая карта".

В отличие от цифровых *электронные карты (ЭК)* представляют собой картографические *изображения*.

Процесс аналого-цифрового преобразования данных – это сложная комплексная процедура, состоящая из трех крупных блоков: цифрование; обеспечение качества оцифрованных материалов и создание цифровых картографических основ; интеграция разнородных цифровых материалов.

*Под цифрованием понимается процесс перевода исходных (аналоговых) картографических материалов в цифровую форму.* В настоящее время дигитайзеры имеют очень ограниченную область использования при создании ЦК и уступили место цифрованию по растру. При дигитайзерном вводе основной объем работ по вводу цифровых карт выполнялся оператором в ручном режиме, т. е. для ввода объекта оператор фиксировал каждую точку. При *векторизации раstra* субъективные факторы влияют меньше, чем при дигитайзерном вводе, так как растровая подложка позволяет все время корректировать ввод. Программы векторизации растровых изображений условно можно разделить на три группы: ориентированные на ручную, полуавтоматическую и автоматическую векторизацию.

*Интеграция цифровых карт (разнородных цифровых картографических материалов) осуществляется для создания единой картографической основы.* Единая цифровая картографическая основа (ЕКО) – это комплексная система цифровых картографических материалов, согласованных по территориальному охвату, содержанию, формату, масштабам, системам условных знаков, классификаторам. Она должна представлять собой базу взаимосогласованной цифровой

информации, которая включает информационные ресурсы, а также технологии их создания, ведения и предоставления потребителям.

При переводе исходной карты в систему координат базовой карты необходимо выполнить следующие операции: определение теоретической системы координат (в частности, проекции или ее параметров) исходной карты; определение необходимого преобразования и перевод карты в ее теоретическую систему координат; преобразование исходной карты в систему координат базовой карты.

Совокупность цифровых данных о пространственных объектах образует множество *пространственных данных* и составляет содержание *баз географических данных*. Выявление географических объектов и явлений и последующий выбор адекватного представления данных о них являются составной частью процесса проектирования базы данных (БД).

Измерения и выборки, содержащиеся в БД, должны как можно полнее и точнее соответствовать предмету исследования и его основным характеристикам. Представление данных должно учитывать типы их возможных преобразований. В процессе проектирования БД выделяют три основных уровня: концептуальный, логический и физический. Концептуальный уровень не зависит от имеющихся аппаратных и программных средств. Для БД ГИС он включает описание и определение рассматриваемых объектов; установление способа представления географических объектов в базе данных; выбор базовых типов пространственных объектов – точки, линии, ареалы, ячейки. Логический уровень определяется имеющимися программными средствами и включает разработку логической структуры элементов БД. Физический уровень определяется аппаратными и программными средствами.

Во всех полнофункциональных ГИС есть средства формирования и редактирования пространственных данных. Среди функций редактирования данных есть функции, позволяющие из любых данных создавать структуры, не имеющие самопересечений, пустот и перекрытий между полигонами, перехлестов и недоводов для линейных объектов.

Большое внимание в современных ГИС отводится геокодированию – привязке к карте объектов, расположение которых в пространстве задается сведениями из таблиц БД. Эта информация может быть представлена координатами объектов – прямоугольными или географическими, – которые получены приемниками глобальной системы позиционирования Глонасс или Навстар; адресами объектов в адресной системе урбанизированных территорий; расстоянием от начала линейных маршрутов.

Функции геокодирования позволяют "привязывать" БД, которые ведет большинство ведомств, обслуживающих урбанизированные территории и население, на них проживающее, к картам территорий.

К картометрическим функциям, реализованным в большинстве ГИС, относятся расчеты площадей, длин, периметров, площадей реальных поверхностей, объемов, заключенных между поверхностями. К этой категории можно отнести и функции вычисления вторичных характеристик поверхностей – углов наклона, экспозиций склонов, зон видимости и др.

К моделям поверхностей относятся модели, построенные по регулярным и нерегулярным точкам, а также модели двух- и трехмерной визуализации, например построение панорамы водосборного бассейна в аксонометрической или иной проекции. Расчет моделей производится по содержащимся в БД численным характеристикам. Моделироваться могут как действительный рельеф или непрерывное поле (современное или с учетом динамических изменений), так и воображаемые поверхности, построенные по одному или нескольким показателям, например поверхность углов наклона, плотность дорожной сети или водных объектов и т. п.

Оверлейные операции – достаточно мощное средство анализа множества разноименных и разнотипных по характеру локализации объектов – состоят в наложении двух или более разноименных слоев с генерацией объектов, возникающих при их геометрическом наслоении с наследованием атрибутов.

Сетевой анализ позволяет пользователю решать различные задачи на пространственных сетях связанных линейных объектов (реки, дороги, трубопроводы, линии электропередач и т. п.).

Агрегирование данных предполагает переход к собирательным, обобщенным характеристикам объектов, сгруппированным по различным критериям. Первый способ группировки – объединение объектов одной темы в соответствии с их размещением внутри полигональных объектов другой темы.

Основное назначение зонирования состоит в построении новых объектов – зон, т. е. участков территорий, однородных по выбранному критерию или группе критериев. Границы зон могут либо совпадать с границами ранее существовавших объектов (задача определения (нарезки) избирательных округов по сетке квартального деления), либо строиться в результате различных видов моделирования (зоны экологического риска). Типичные задачи этого типа – выделение зон различной степени проходимости, экологического риска, зо-

нирование урбанизированных территорий по транспортной доступности, построение зон обслуживания поликлиник и т. д. Далеко не все ГИС снабжены возможностями специализированного анализа, например ориентированного на вопросы собственно экологии, геологии или географии. Работа со специфическими данными является характерной чертой этого типа анализа.

Цифровое моделирование рельефа включает две группы операций: первая – создание модели рельефа, вторая – ее использование.

Под *цифровой моделью рельефа (ЦМР)* принято понимать *средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов (поверхностей или рельефов) в виде трехмерных данных, образующих множество высотных отметок (отметок глубин) и иных значений аппликат (координаты Z) в узлах регулярной или нерегулярной сети, или совокупность записей горизонталей (изогипс, изобат) или иных изолиний.*

Создание ЦМР включает оценку источников данных о рельефе (в том числе их точности), выбор моделей пространственных данных для его описания, методы реализации модели, верификацию полученной модели.

Источниками данных являются геодезические работы и топографическая съемка местности, стереофотограмметрическая обработка фототеодолитных, аэро- и космических снимков, альтиметрическая съемка (рельеф суши), промерные работы и эхолотирование подводного рельефа акваторий океанов и внутренних водоемов, радиолокационная съемка рельефа ледникового ложа и небесных тел. Вторичные источники – топографические карты и планы. Для моделирования рельефа особое внимание уделяется картам и аэрокосмическим материалам.

Аэроснимки широко используются для контроля качества и верификации ЦМР. С относительно крупномасштабной стереомодели аэроснимков, принимаемой за условно истинную, берутся контрольные точки со значениями высотных отметок, точность которых заведомо намного выше, чем у верифицируемой модели.

Типовая технология генерации ЦМР основана на цифровании горизонталей как основной ее составляющей, а также высотных отметок и других картографических элементов, используемых для отображения рельефа, с привлечением данных по другим объектам карты (элементов гидрографической сети). При наличии готовой цифровой топографической или аналогичной ей карты используются соответствующие им слои.

Важный вывод заключается в том, что топографические и иные карты масштаба 1:500000 и мельче практически непригодны для создания ЦМР.

Точность, как одна из важных характеристик качества ЦМР, может быть оценена либо ее соответствием условно-истинному "оригиналу", либо релевантностью тем задачам, которые будут решаться в процессе использования модели.

Структурно-цифровая модель рельефа (СЦМР), по И. Г. Черваневу, рассматривается как совокупность двух точечных множеств: базисного (отвечающего тальвегам) и вершинного (отвечающего водоразделам), т. е. системы инвариантных линий рельефа разного порядка, его "скелета". Такая модель, называемая также "структурно-лингвистической моделью рельефа", не предполагает наличия высотных отметок вне сетей инвариантных линий и тем отличается от иных СЦМР. В рамках этой модели структура рельефа определяется следующими составляющими:

каркасом, образованным сетями инвариантных линий;  
вертикальной составляющей структуры или порядками рельефа, которые образуют упорядоченный набор структурных уровней;  
горизонтальной составляющей, выражаемой как пространственное сочетание на реальном рельефе элементов разного порядка.

В качестве "каркаса" рассматриваются три типа линий: тальвеги, водоразделы и перегибы склонов.

Дальнейшее развитие цифрового моделирования рельефа связывается с новыми трехмерными моделями пространственных данных, которые основаны на трехмерных расширениях двумерных моделей.

Создание ЦМР базируется на вычислении отметок высот в произвольных точках по исходному множеству нерегулярно расположенных точек; по исходным точкам, заданным триангуляцией Делоне; по исходным точкам, заданным на матрице высот.

Использование ЦМР обеспечивает расчет разнообразных "частных характеристик" рельефа, под которыми понимаются производные от функции высот значения углов наклона, экспозиций и формы склонов. Под *углом наклона* (крутизной ската, крутизной склона) понимается одна из характеристик пространственной ориентации элементарного склона – угол, образуемый направлением ската с горизонтальной плоскостью и выражаемый в градусах или в безразмерных величинах уклонов, равных тангенсам углов наклона, а также в процентах или промилле. *Экспозиция склона* численно равна азимуту проекции нормали склона на горизонтальную плоскость и выражается в градусах либо по 4, 8, 16 или 32 румбам (при этом экспозиция плоского склона с нулевой крутизной не определена).

Методы оценки формы склонов по А. В. Кошкареву, предполагают, что под профилем склона понимается величина (или знак) радиуса кривизны нормального сечения склона в направлении линии наибольшего ската (поперечный профиль) или в перпендикулярном ему направлении (продольный профиль). Относительно формализмов дифференциальной геометрии им будут соответствовать частные производные второго порядка от функции рельефа (градиенты изогradientной поверхности).

Моделирование структурных элементов рельефа, образующих его каркас и обычно называемых линиями тальвегов и линиями водоразделов (с учетом не только рельефа суши, но и дна водоемов), килевыми и гребневыми или базисными и вершинными, предполагает расчет линий поверхностного стока (тока). Для матричной ЦМР направление стока из каждой ее ячейки будет определяться соотношением ее высотной отметки с высотными отметками четырех или восьми соседних ячеек. Таким образом могут быть найдены все ячейки, образующие водосбор, и оконтурена его граница (линия водораздела), а линии стока будут определять эрозионную сеть, примерно соответствующую тальвегам.

Автоматизация светотеневой отмывки рельефа – наиболее пластического и широко распространенного способа картографического изображения рельефа на средне- и мелкомасштабных топографических и общегеографических картах в сочетании с гипсометрической его характеристикой или изображением в горизонталях (гидроизогипсах, изобатах) – основана на расчете относительных освещенностей склонов, точнее участков склонов, "элементарных склонов".

*Трехмерное представление рельефа* в виде светотеневого или нитяного (каркасного) изображения (*блок-диаграмма*) – еще одна из широко распространенных функций обработки ЦМР. В основе построения таких изображений лежат алгоритмы компьютерной графики, разрешающие проблему удаления невидимых поверхностей при формировании трехмерных сцен и их проецировании на плоскость.

Разработка любой геоинформационной системы – сложный процесс, включающий определение целей ее создания, задач, решаемых с помощью системы, организацию данных, подбор программного обеспечения, создание организационных механизмов накопления и использования информации.

Геоинформационные системы находят все более широкое применение в агролесомелиоративной науке. Они позволяют перейти на

новый качественный уровень работы с информационными потоками и установить переход от дистанционного зондирования к картографии; объединить картографию, дистанционное зондирование, фотограмметрию, топографию для целей агролесомелиоративного обустройства ландшафтов, решить проблемы пространственного представления процессов и явлений.

Обработка и анализ данных в ГИС основаны на трансформации картографических проекций, математических вычислениях, позволяющих осуществлять расчет площадей, периметров, показателей форм агролесомелиоративных объектов, что не имеет аналогов в карто- и морфометрии.

Важна роль ГИС при моделировании агролесоландшафтов, которое позволяет восстановить пропущенные данные с последующим составлением рабочих карт, с оценкой правильности значений, полученных расчетным путем. На рис. 14.11. представлен макет ГИС "Агролесоландшафт" на базе комплекса программных средств (Mapinfo, ENVI, Microstation, ArcView).

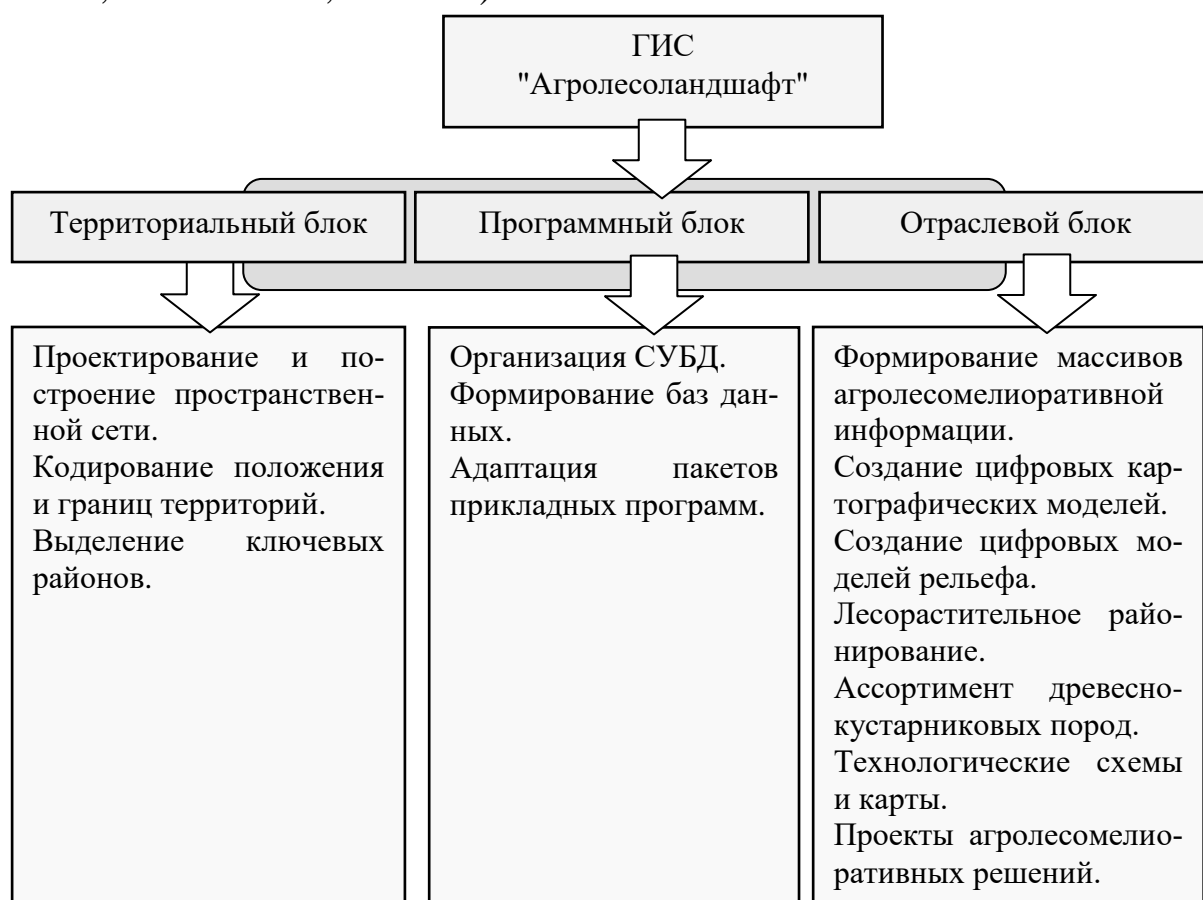


Рис. 14.11. Геоинформационная система "Агролесоландшафт" на базе комплекса программных средств (Mapinfo, ENVI, Microstation, ArcView)

В качестве одного из основных элементов агролесомелиоративной ГИС выступает блок визуализации данных, где важное место занимают графические и картографические построения. Картографический модуль ГИС, являясь элементом интерфейса пользователя и средством документирования итоговых результатов, обеспечивает картографическое представление исходных, производных или результирующих данных в виде цифровых, компьютерных и электронных (видео) карт.

Таким образом, наиболее активный канал обмена данными лежит в области связей специализированных геоинформационных и картографических технологий и обеспечивает интеграцию географической и агролесомелиоративной науки при комплексных системных научных исследованиях.



## **15. СЕМЕНОВОДСТВО И ВЫРАЩИВАНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ**

### **15.1. Особенности создания собственной лесосеменной базы в безлесных и малолесных регионах**

Цель селекционного семеноводства для защитного лесоразведения – получить семена с наследственно закреплёнными заданными ценными биологическими и морфологическими признаками. В зависимости от наследственных свойств семена лесных пород разделяют на категории: нормальные, улучшенные и элитные. Нормальные – это семена, заготовленные в насаждениях, где удалены больные, отстающие в росте и развитии особи; улучшенные – заготовленные с плюсовых деревьев на лесосеменных плантациях первого порядка из маточных деревьев, отобранных по фенотипу и не испытанных по генотипу; сортовые – полученные на лесосеменных плантациях (ЛСП), прошедших проверку по генотипу и созданных из сортов-популяций или сортов-гибридов; элитные – полученные от плюсовых деревьев с высокой комбинационной способностью или в ЛСП второго и последующих порядков при контролируемом опылении (только пыльцой плюсовых деревьев, произрастающих в ЛСП).

Общепринятая схема исследований и практической работы по семеноводству древесных пород в лесном хозяйстве складывается из трёх этапов: 1) первичный отбор наилучших насаждений или биотипов по фенотипу, по одному или комплексу признаков; 2) создание семенных плантаций из семенного или вегетативного потомства плюсовых насаждений или деревьев, т. е. микропопуляций из набора наиболее ценных особей при контролируемом опылении для получения улучшенных, а в ряде случаев и сортовых семян; 3) создание последующих поколений семенных плантаций из маточников с проверенными наследственными признаками для получения элитных семян.

Многолетние исследования по селекционному семеноводству во ВНИАЛМИ проводились по такой же схеме. Более чем 30-летний опыт поз-

воляет сделать вывод о существенных различиях семеноводства для защитного лесоразведения в аридной зоне и классического семеноводства для лесохозяйственного производства. Во-первых, разные цели отбора. Если для лесохозяйственного производства на первый план выступает продуктивность лесобразующих пород, то для защитного лесоразведения, особенно для сухостепной и полупустынной зон, первостепенными являются признаки, характеризующие жизнеспособность маточных деревьев – их засухо-, соле- и морозоустойчивость, устойчивость к болезням и вредителям. Во-вторых, различны объекты отбора. Если для первой цели (продуктивность древесины) отбор плюсовых деревьев проводится в исторически сформировавшихся популяциях, то для второй при отсутствии местных естественных лесов отбор наиболее ценных биотипов и популяций – в культурах интродуцентов, чаще неизвестного происхождения. В связи с этим объектами отбора являются не только лесные насаждения лесфонда, но и искусственные насаждения других ведомств (сельского хозяйства, ж.-д. транспорта и др.).

Наиболее пригодными и надёжными для отбора устойчивых популяций и особей являются старые лесные насаждения, испытавшие систематическое воздействие экстремальных условий. Такое сочетание неблагоприятных условий на обширной территории ЮВ ЕТР за последнюю треть XX столетия складывалось неоднократно и явилось причиной массовой гибели лесных насаждений (например, 1968/69 и 1971/72 гг.). Поэтому все искусственные насаждения в этом регионе стали ареной надежного отбора устойчивых деревьев и кустарников. К сожалению, происхождение всех старых насаждений, произрастающих в аридной зоне, неизвестно. Выгодно отличаются от них инорайонные популяции, которые произрастают в географических культурах. Они также являются базой для отбора плюсовых деревьев и насаждений. Чрезвычайно важным объектом отбора исходного материала для семеноводства древесных пород являются постепенно исчезающие естественные популяции ценных древесных видов – реликтовые байрачные дубравы, меловые сосняки, колковые березняки на самой южной и юго-восточной границах ареала. Как показал опыт ВНИАЛМИ, важным селекционным фондом являются спонтанные или искусственные гибриды и отдельные уникальные мутанты древесных пород с ценными свойствами. Наконец, основой семенных насаждений для защитного лесоразведения должны стать отдельные хорошо сохранившиеся деревья-долгожители – 400-летние лиственницы, 300-летние сосны, 250-300-летние дубы и др.

Принципы селекционной оценки деревьев и популяций для целей защитного лесоразведения отличаются от общепринятых: плюсовыми

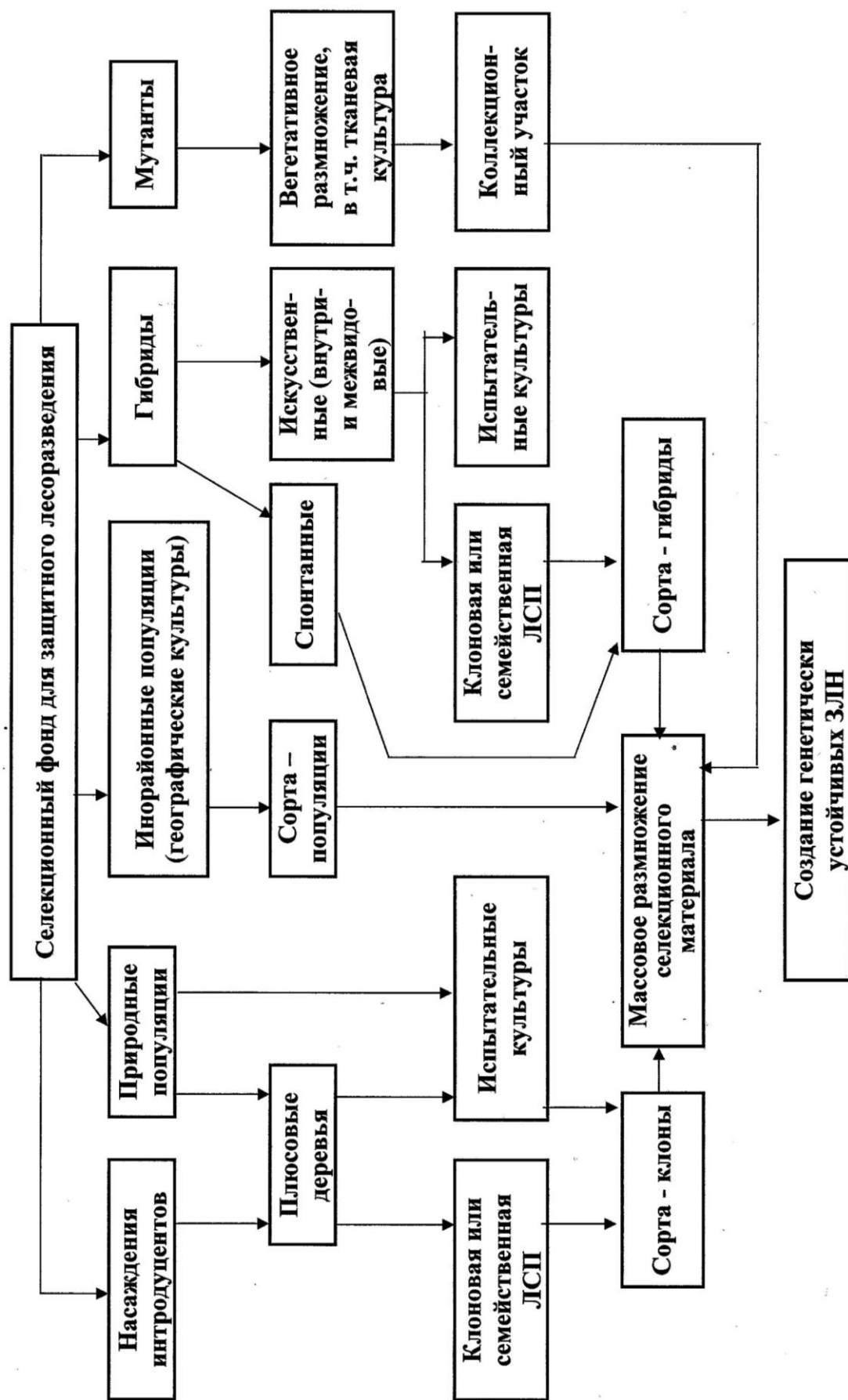


Рис. 15.1. Схема повышения устойчивости ЗЛН на крайнем ЮВ ЕТР из селекционного генофонда

считаются насаждения или особи с комплексом признаков, характеризующих их устойчивость к неблагоприятным природным факторам; минусовыми – насаждения или особи, страдающие или погибшие от воздействия этих факторов; все остальные относятся к средним. В селекционной работе используется лишь первая категория.

Дополнительными признаками при отборе являются выровненное или хорошее плодоношение, таксационные показатели, форма ствола, ажурность и др. Общая схема селекционно-генетического метода повышения устойчивости к неблагоприятным природным факторам насаждений показана на рис. 15.1.

#### 15.1.1. Методика селекционных работ в агролесомелиорации

Первые методические указания по отбору, учёту и оценке плюсовых деревьев в лесных насаждениях сухой степи и полупустыни во ВНИАЛМИ разработаны в 1975 г. Г. П. Озолиным и Г. Я. Маттисом. На основе последующих исследований они были дополнены новыми данными. Основные положения методики проведения селекционно-семеноводческой работы, которые предлагается включить в нормативы создания семенных плантаций в аридной зоне для целей защитного лесоразведения, сводятся к следующему.

*Отбор и учёт плюсовых популяций и деревьев.* Выбирают наиболее старые расстроенные лесные насаждения (не моложе 20 лет). В полевой обстановке устанавливают причину усыхания насаждения, что позволит определить цель отбора (на засухо-, морозо-, солеустойчивость и т. д.) и предварительно выделить лучшие экземпляры по росту, состоянию и развитию. Пестрота почв и рельефа создает трудности для объективного отбора деревьев, поэтому необходимо установить степень идентичности условий произрастания кандидатов в плюсовые и окружающих особей путём почвенных обследований и топографической съёмки участков лесной полосы.

Почвенное обследование проводят закладкой парных шурфов на глубину не менее 1 м с последующим бурением скважины до 3 м: один разрез располагают вблизи учётного дерева, другой – в характерном месте усохшего или расстроенного насаждения. Определяют тип почв, гранулометрический состав, глубину залегания солей, отбирают образцы для анализа водной вытяжки.

Проводят топографическую съёмку нивелиром с вертикальной точностью до 1 см; точки съёмки, в том числе маточное дерево и окру-

жающие его контрольные экземпляры (не менее 10), наносят на планшет.

Выделенное лучшее дерево и контрольные экземпляры оценивают по пяти категориям состояния: хорошее, удовлетворительное, суховершинное, усыхающее и усохшее полностью. Измеряют высоту, диаметр на высоте 1,3 м, проекцию кроны.

По данным обследования делается предварительное заключение о ценности выделенных деревьев. Если они находятся в хорошем состоянии, имеют высокие таксационные показатели и произрастают в равных или худших почвенно-гидрологических и топографических условиях с окружающими их контрольными экземплярами, то их можно считать биологически устойчивыми и выделять в категорию плюсовых. Такие деревья аттестуются по утверждённой форме. С них собирают гербарий для определения систематической категории и репродуктивные органы для размножения.

*Создание коллекций (архивов), клонов и семей плюсовых деревьев.* При тщательном отборе плюсовых деревьев и особей в аридной зоне, как правило, будет немного. Они территориально разбросаны, что затрудняет детальное изучение биологических свойств и генетического потенциала, и не застрахованы от гибели, что обуславливает необходимость закладки специальных участков – архивов (коллекций) отобранного генофонда – для длительного наблюдения за ростом, состоянием и степенью наследования материнских признаков.

Архив популяций закладывают семенами, собранными в плюсовом насаждении; архив семей – из семян, собранных с плюсовых деревьев, архив клонов – из вегетативных частей этих же деревьев, для размножения редких и уникальных мутантных форм используют тканевую культуру (по специальной методике). В архиве должно быть не менее 50-100 растений каждого клона или семьи.

*Изучение генотипа плюсовых деревьев и популяций.* Исследование биологических свойств генофонда и проверка положительных признаков отобранных растений проводятся на семенных и вегетативных потомствах. Главными признаками для оценки являются характер цветения и плодоношения, засухо-, соле- и морозоустойчивость, устойчивость к болезням и вредителям, рост и состояние.

Характер цветения и плодоношения отобранных плюсовых популяций и деревьев определяется в ходе маршрутного объезда, а в дальнейшем – на коллекционном участке. Очень важно подобрать формы с одинаковыми сроками цветения. В связи с этим у каждого дерева в течение нескольких лет определяют сроки цветения, завязывания плодов

и созревания, качество семян и интенсивность плодоношения.

Солеустойчивость определяется искусственным засолением субстрата в вегетационных сосудах с опытными растениями в концентрациях (ионами хлора) для дуба, вяза и робинии 0,03-0,15, сосны 0,03-0,10%. Контролем служит потомство контрольных экземпляров. Интегральная оценка солеустойчивости генофонда проводится по 5-балльной шкале С. С. Пятницкого.

Сохранность отобранных маточных деревьев на фоне погибших от засухи насаждений характеризует их засухоустойчивость. Дополнительно потомства выделенных популяций и плюсовых деревьев испытываются в вегетационных сосудах методом создания искусственной засухи по Н. И. Туманову. Окончательную оценку потомства проводят по 6-балльной шкале.

Признак морозоустойчивости особенно важен для робинии, дуба, вяза, а также других пород. Необычно суровые зимы 1968/69 и 1971/72 гг. позволили отселектировать устойчивые формы этих видов. Для оценки маточных деревьев в лесных насаждениях и их потомства применяют 6-балльную шкалу, причем отдельно определяют морозоустойчивость побегов и корней. В аридной зоне деревья часто погибают от вымерзания корневых систем. В связи с этим потомство маточников дополнительно испытывают в вегетационных сосудах, помещённых в климакамеру с заданной отрицательной температурой.

Устойчивость к болезням и вредителям – один из важных показателей отбора. Наиболее опасными являются грибные и бактериальные заболевания – голландская болезнь ильмовых, микоз и мучнистая роса дуба и др.; из вредителей – вязовый листоед, акациевая огнёвка, дубовый шелкопряд, древесница въедливая (на ясене и тополе), подкорный клоп (на сосне). Грибная инфекция и вредители избирательно повреждают отдельные деревья, что позволяет сделать предварительный отбор по этому важному признаку в полевой обстановке. Окончательный отбор устойчивых форм к болезням проводят на основании результатов искусственного заражения чистой культурой грибов по методике ВНИАЛМИ.

Рост и состояние плюсовых популяций и деревьев изучаются у вегетативного или семенного потомства в коллекциях (архиве) и испытательных культурах. Основные сведения для предварительной характеристики плюсовых деревьев и их потомства в аридной зоне можно получить в течение 2-3 лет, а полные – после вступления в стадию плодоношения в 5-15 лет в зависимости от вида. Сводные

данные об оценке морфологических и биологических свойств плюсовых деревьев вносят в специальную ведомость.

Плюсовые деревья, превосходящие контрольные по всем изученным признакам, используются для создания ЛСП второго порядка. Деревья, имеющие отдельные важные положительные признаки, используются для создания клоновых ЛСП определённой специализации. На объекты лесосеменной базы составляют документацию по форме, используемой в лесохозяйственной практике.

*Популяционная и (или) плюсовая селекция.* Аридная зона является форпостом и самой южной границей ареала главных древесных видов, как правило, находящихся сейчас на грани исчезновения: например, меловая форма сосны обыкновенной в Вольском районе Саратовской обл., байрачные дубравы полупустыни в Волгоградской обл., берест (вяз листоватый), естественно произраставший 100 лет тому назад по склонам Ергенинской возвышенности и сохранившийся сейчас лишь единично. Кроме того, в аридном регионе произрастает целый ряд природных видов кустарников, важных для защитного лесоразведения.

Главный принцип для семеноводства всех аборигенных видов деревьев и кустарников – селекция популяций. Дополнительным средством улучшения устойчивости ЗЛН может быть плюсовая селекция биотипов.

При селекции интродуцентов для семеноводческих целей следует учитывать смесь особей неизвестного происхождения, поэтому основной путь в этом случае – плюсовая селекция, например при семеноводстве морозоустойчивых биотипов робинии, при селекции спонтанных гибридов вяза, выделяющихся по всем положительным признакам родителей (интродуцированного вяза приземистого и местного береста).

*Испытание потомства плюсовых популяций и биотипов.* В условиях лесной зоны средством испытания нового поколения из селекционного маточного материала является создание испытательных культур из плюсовых деревьев. Для подтверждения наследования положительных свойств селекционных объектов в аридной зоне имеются прямые признаки, свидетельствующие о генетических свойствах отобранных популяций и биотипов. К ним относятся достижение предельного возраста при неоднократном воздействии неблагоприятных природных условий (жёстких засух, сильных морозов, инвазий болезней и вредителей и др.); преимущество потомства отобранных плюсовых популяций и биотипов по соле-, засухо- и морозоустойчивости, устойчивости к болезням и вредителям, росту и урожайности семян в

коллекциях (архивах ) популяций, клонов и семей, полученных в вегетационных опытах.

Испытание потомства в других видах лесных культур здесь следует рассматривать как дополнительный метод.

*Минимальное представительство клонов и семей и допустимая наименьшая площадь ЛСП.* По существующим нормативам на ЛСП должно быть представлено потомство не менее 50 плюсовых деревьев с равным числом растений каждого клона (семьи) на площади не менее 10 га. Это требование в аридном регионе можно реально выполнить лишь в степной чернозёмной зоне, где в насаждениях произрастает достаточное количество выделяющихся биотипов. Иное дело с интродуцентами: их чрезвычайно мало, например лиственницы с хорошим плодоношением, робиний с признаками высокой морозоустойчивости, деревьев с желательной формой ствола и кроны и т. д. В условиях сухой степи и полупустыни допустимо минимальное количество плюсовых деревьев на ЛСП 20-25, а уникальных особей (например, пирамидальной или мачтовой форм дуба, робинии, караганы, бесколючковой формы гледичии и др.) 5-10 шт.

Из-за большой пестроты почвенных условий и отсутствия в лесном фонде аридной зоны крупных площадей с хорошими лесорастительными условиями (корнедоступные ГВ, выщелоченные почвы и т. д.), пригодными для закладки ЛСП, а также низкой потребности в больших партиях семян допускается минимальная площадь ЛСП – для одной древесной породы до 3 га.

*Районирование методов лесного семеноводства и организация специализированных семенных хозяйств в аридной зоне.* Лесное семеноводство в аридной зоне ведётся дифференцированно в пределах трёх природных зон (степь, сухая степь, полупустыня) в зависимости от целевого направления лесной мелиорации и почвенно-климатических условий.

В результате экспедиционного обследования в регионе выделяются три категории особо ценных семеноводческих объектов: природные леса, искусственные насаждения и научно-производственные селекционные объекты.

#### 15.1.2. Селекционные объекты естественного происхождения

К первой категории относятся нагорные и байрачные леса чернозёмной степи, реликтовые сосняки на меловых отложениях Дона и Волги, реликтовая древесная растительность на склонах Ергеней и



пойменные леса.

*Нагорные и байрачные леса чернозёмной степи.* Природные леса в регионе распространены неравномерно. В северных и северо-западных районах лесистость самая высокая, а массивы лесов самые крупные. Например, в Волгоградской обл. сохранилась Шакинская дубрава площадью 6 тыс га. Крупные массивы нагорных дубрав расположены по правобережью реки Хопра. В этих районах встречаются и байрачные дубравы, поднимающиеся к степным водоразделам. Эти леса характеризуются большим видовым разнообразием. В их состав входят эдафотипы нескольких групп местообитания, различающиеся режимом почвенной влажности, освещённостью, теплообеспеченностью и типом почв. Нагорные дубравы представлены насаждениями с преобладанием дуба. В нижних частях склонов и тальвегов формируются липово-разнотравные и кленово-кустарниково-папоротниковые типы дубрав I и II бонитета, приуроченные к сильно увлажнённым деградированным чернозёмам. На склонах с выщелоченными и южными деградированными чернозёмами преобладают сухие и свежие кленово-кустарниковые типы дубрав (II-III бонитет). На верхних участках склонов и водоразделах растут чистые разреженные низкопродуктивные дубравы IV-V бонитетов.

Мозаичность лесорастительных условий привела к формированию различных экотипов дуба. В нагорных дубравах между экотипами нет резких переходов по фенотипическим признакам вследствие относительно благоприятных лесорастительных условий. Встречаются экотипы локального характера. Примером может служить экотип колковых лесов Арчединского песчаного массива. В их составе имеются берёза и осина. Деревья дуба отличаются слабым ростом и кривоствольностью. На склонах берегов Дона и его притоков выделяются экотипы дуба опоковых обнажений, представленные отдельными низкоствольными деревьями. Из эдафических экотипов в дубравах этого района чётко обособились водораздельный, склоновый и тальвежный. В степных дубравах встречаются две фенологические формы дуба – рано- и поздне-распускающиеся.

Из байрачных дубрав чернозёмной степи наиболее типична *Шемякинская дача* Урюпинского лесхоза Волгоградской обл. общей площадью 711 га. В 1979 г. ей присвоен статус ботанического заказника областного значения. Большая ценность этих дубрав – деревья поздне-распускающейся формы, которые имеют прямые малосбежистые стволы высокого качества. Поздние сроки цветения и распуска-

ния листьев благоприятствуют стабильному плодоношению, позволяют "уходить" молодым побегам, листьям и репродуктивным органам от повреждения ранневесенними заморозками и вредителями.

Древостой Шемякинской дачи по общей структуре аналогичен природным популяциям дуба из южной подзоны центральной лесостепи Воронежской обл., характеризующимся высокой полиморфностью: разнообразием по росту, качеству стволов, наличием фенологических форм, устойчивостью к неблагоприятным природным факторам. Согласно рекомендациям воронежских селекционеров, такие популяции дуба должны быть трансформированы путём размножения в сорта-популяции по системе сортового семеноводства. Это будет способствовать сохранению, умножению и распространению уникального генофонда этого ценного экотипа дуба.

В порослевом насаждении 60-100-летнего возраста сохранились отдельные экземпляры семенных дубов, достигшие возраста 200-300 лет. Высота их до 30 м, диаметр на высоте груди до 1 м. Все эти экземпляры (40 шт) относятся к ценной позднераспускающейся форме, зачислены в разряд плюсовых и занесены в государственный реестр. Все они должны составить основу будущих дубрав в аналогичных условиях произрастания.

Учитывая уникальность, дубраву рекомендуется выделить в категорию "лесной генетический резерват" в соответствии с "Положением о выделении и сохранении генетического фонда в лесах России" (1996).

*Реликтовые сосняки и можжевельники на меловых отложениях Дона и Волги.* На территории ЮВ ЕТР в пределах Саратовской и Волгоградской обл. по правым крутым берегам Дона, Волги расположены обнажения меловых пород. На них ещё в доледниковый период сформировалась реликтовая кальцефильная растительность.

Особый интерес для защитного лесоразведения среди флоры меловых отложений в Волгоградской обл. представляют три природных массива можжевельника казацкого: Голубинский, Иловлинский и Арчединский.

Реликтовые меловые и песчаные формации можжевельника казацкого, выполняющие огромную почвозащитную, водоохранную, средообразующую роли, являются также источниками сбора семян, заготовки черенков для размножения и дальнейшего широкого использования в лесомелиорации, озеленении, медицине.

Уникальным участком на правом берегу Волги на юге Саратов-

ской обл. являются Вольско-Хвалынские меловые отложения. К ним приурочена юго-восточная граница ареала сосны обыкновенной. Сосновые боры здесь в основном представлены средне- и низкополнотными насаждениями III-IV бонитетов V-VII классов возраста. Их низкая продуктивность обусловлена маломощными легкосуглинистыми почвами, подстилаемыми меловыми отложениями. Уникальность этих боров связана с произрастанием здесь сосны обыкновенной меловой формы, находящейся на грани исчезновения. Отдельные экземпляры этой реликтовой сосны приурочены к обнажённым меловым отложениям и, как правило, имеют приземистый габитус. Они отличаются более мелкими шишками и короткой хвоей.

Повышенная карбонатность почв на больших территориях степной зоны, особенно южной части, обуславливает возможность применения меловой сосны. В Вольском лесхозе Саратовской обл. выделено лучшее насаждение и отобрано 25 плюсовых деревьев для дальнейшего размножения и исследования роста и развития потомства. В момент обследования насаждение представляло собой естественный бор в возрасте 75-80 лет. Полнота 0,6, средняя высота 22 м, средний диаметр стволов 28 см, запас древесины 170 м<sup>3</sup>/га; состояние удовлетворительное, подрост единичный, плодоношение 2 балла (по Каппелу). Плюсовые деревья превышали средние показатели насаждения по высоте на 9-17%, по диаметру ствола на 24-53% и характеризовались 2,5-3,0 баллами плодоношения.

Из семян среднего образца и плюсовых деревьев выращены сеянцы, которые посажены на лесосеменных объектах Волгоградской обл.: географические культуры Камышинского лесхоза, лесосеменные плантации Новоаннинского лесхоза, меловые склоны оврагов и балок в Клетском опорном пункте ВНИАЛМИ. Меловая разновидность сосны обыкновенной успешно произрастает во всех указанных пунктах до настоящего времени.

Реликтовые меловые сосняки на юго-восточной границе ареала сосны являются исключительно ценными селекционными объектами и представляют собой генетическую основу для семеноводства и лесоразведения в крайне засушливых условиях ЮВ ЕТР. Основными мерами по их охране и воспроизводству здесь является организация заказников со статусом генетических резерватов сохранившихся уникальных насаждений с соответствующими приёмами хозяйствования. Очень важно также разработать эффективные способы возобновления расстроенных и усыхающих насаждений в связи с отсутствием в них

надёжного подростка. Необходимо организовать тщательное обследование сосновых формаций для изучения внутривидового разнообразия и внедрения типичных реликтовых генотипов, включённых в особо охраняемую группу.

Большой интерес представляет реликтовая древесная растительность склонов Ергеней. По свидетельству академиков Б. А. Келлера (1907), Г. Н. Высоцкого (1915), обследовавших растительность Ергенинской возвышенности в начале XX в., по ложбинам и лощинам склонов Правобережья Нижней Волги обильно росла древесная растительность.

Исследованиями П. И. Чернявского (1967) установлено, что сохранившиеся здесь дубы являются представителями южного кавказского климатипа по морфологическим признакам (строению ствола, листьев, почек, характеру кроны, размерам желудей) и отличаются ксероморфностью.

Южными форпостами байрачного дуба являются Чапурниковская, Григорова, Пахотина, Тингутинская и другие балки, расположенные вблизи Волгограда, насаждения которых за последние 100 лет сильно деградировали, но до сих пор являются прекрасными объектами селекционной работы и маточниками для создания лесосеменной базы дуба в экстремальных условиях.

Наиболее исследованный объект – это *Чапурниковская балка*. "Этот лес, – указывал академик Б. А. Келлер в начале XX столетия, – по занятому пространству и относительному богатству типичными лесными видами занимает одно из первых, если не самое первое место среди лесных насаждений окрестностей Сарепты...". К настоящему времени балка сильно деградировала. А. Ф. Киреев (1967) отмечал, что состояние Чапурниковской балки начало заметно ухудшаться с начала 50-х годов вследствие бесконтрольного выпаса скота, вырубки деревьев и забора плодородного растительного грунта. Несмотря на это, лесная растительность Чапурниковской балки, прежде всего её уникальные дубы, достигшие сейчас возраста 250 лет, представляет собой бесценный генетический фонд для селекции, семеноводства и будущего лесоразведения в экстремальных лесорастительных условиях Нижнего Поволжья. Для его сохранения ВНИАЛМИ были отобраны 34 плюсовых дерева. К сожалению, два из них уничтожены в 2000 г. пожаром. Потомство 28 плюсовых деревьев перенесено в ЛСП, заложенную в Кировском лесничестве Волгоградского лесхоза в 1998 г. Однако этого недостаточно. Нужен целый комплекс мероприятий по сохранению

уникального островка лесной растительности в условиях интенсивной антропогенной нагрузки. Чапурниковской балке придан статус заказника, однако форма хозяйствования не определена.

### 15.1.3. Научно-производственные селекционные объекты целевого назначения

Выращивание леса в аридных условиях сопряжено со многими трудностями, а крайний ЮВ ЕТР издавна считается малопригодной для лесоразведения территорией. Однако польза от лесной растительности здесь настолько велика, а тяга населения к зелёным насаждениям так безгранична, что труженики земли с разными результатами давно занимают степным лесоразведением. В целях направления этого дела в научное русло, повышения его эффективности наука и практика лесоразведения в разное время и в разных условиях создавали научно-производственные селекционные лесные объекты, предназначенные для разработки технологии лесоразведения в засушливых условиях. К сожалению, возраст таких насаждений ещё недостаточно большой, поэтому выносить окончательное решение об их эффективности преждевременно. Приобретут ли они ценность покажет будущее. К этой категории селекционных объектов относятся географические культуры, дендрологические сады, коллекции (архивы) лесных растений, лесосеменные плантации и другие целевые лесосеменные объекты.

*Географические культуры.* Их назначение – определить границу возможного использования на данной территории семян инорайонного происхождения. Как правило, растения из семян местного происхождения растут лучше инорайонных, так как они наиболее приспособлены к местным условиям, но нередки и исключения. Такие отклонения чаще всего проявляются на границах ареалов, где местный генофонд бывает значительно обеднён.

Большую научную и практическую значимость имеет современная государственная сеть географических культур (ГК) дуба и сосны, созданная в 1975-1977 гг. на эколого-географической основе. ГК дуба в пределах России заложены в 36 пунктах, в каждом из которых представлены потомства лучших дубрав (популяций) со всего ареала. В сухостепной зоне ГК дуба заложены под методическим руководством ВНИАЛМИ в Октябрьском лесхозе Волгоградской обл. и Элистинском лесхозе Республики Калмыкия на площади 24,5 га желудями из 27 географических районов.

*Географические культуры дуба в Волгоградской обл.* заложены в Абганеровском лесничестве Октябрьского лесхоза в зоне полупустыни весной 1976 г. посевом желудей из 27 географических районов рядовым строчно-луночным способом по сплошной подготовке почвы по схеме 4,0x1,5 м блоками размером 0,22 га в трех повторностях. К 1996 г. практически погибли дубки кировоградского, краснодарского, дагестанского и тульского происхождения. Наименьший отпад отмечен у дубков витебского, марийского, воронежского, белгородского, луганского и местного (краснослободского) климатипов.

К 20-летнему возрасту в росте лидировали воронежские, белгородские, луганские, татарские, винницкие и сумские климатипы – все представители лесостепной зоны. Низкими приростами отличались дубки свердловского, дагестанского и белорусского происхождения. Культуры местного происхождения (ждановского и краснослободского) имели средние показатели. Ежегодные наблюдения подтвердили стабильность климатипов по принадлежности к той или иной фенологической форме. В начале вегетации более высокой энергией роста отличались климатипы из западных областей лесной зоны.

Благодаря большей склонности к образованию вторичных летних побегов дубки южного и юго-западного происхождения в отдельные годы давали лучшие приросты, чем местные. Однако позднее окончание вегетации приводило к повреждению их заморозками. Дубки местного происхождения и из северо-западных областей обычно не обмерзали в годы с суровыми зимами и с первых лет жизни отличались ровными стволиками.

У местных дубков с возрастом нарастание темпов роста происходит более интенсивно, чем у инорайонных. Сохранность молодых посевов дуба в сухой степи зависит от их зимостойкости. Низкой морозоустойчивостью как в естественных условиях, так и в климакамере отличались дубки кировоградского и крымского происхождения. Наиболее устойчивы к низким температурам растения из Витебской, Луганской и Свердловской обл.

При засухе сильно отставали в росте климатипы из северных районов: брянский, гомельский, татарский и свердловский, высокой степенью устойчивости обладают воронежский (нагорный) и дагестанский климатипы.

При общей низкой сохранности культур выявлена резкая дифференциация изучаемых климатипов по многим лесоводственным и биологическим показателям. В целях создания устойчивых лесных

культур в условиях сухостепной и степной зон Поволжья нужно предварительно выделить исходные климатические экотипы (кандидаты в сорта-популяции) для дальнейшего исследования важных хозяйственно-ценных признаков и разработки рекомендаций по их лесосеменному районированию (табл. 15.1).

Таблица 15.1

**Лесосеменное районирование сосны и дуба в регионе ЮВ ЕТР**

Лесосеменной район, заготовитель	Район возможного использования
<i>Сосна обыкновенная</i>	
Нижедонской (Ростовская обл., все лесхозы)	Ростовская, Белгородская, Волгоградская, Воронежская, Саратовская, Харьковская (ЮВ), Луганская (СВ), Донецкая (С), Самарская обл. (Ю)
Волгоградский (Волгоградская обл., все лесхозы)	Волгоградская, Воронежская, Самарская (Ю), Оренбургская (З, Ц), Пензенская, Ростовская, Саратовская, Ульяновская (Правобережье Волги) обл.
Нижеволжский (Р. Калмыкия, все лесхозы)	Калмыкия, Волгоградская, Ростовская, Саратовская, Астраханская, Самарская (Ю) обл., Ставропольский край (равнинные р-ны)
Нижеволжский (Астраханская обл., все лесхозы)	Калмыкия, Астраханская, Волгоградская, Самарская (Ю), Оренбургская (З, Ц), Ростовская, Саратовская (Ю) обл.
<i>Дуб черешчатый</i>	
Приволжско-Донской (Волгоградская обл.): северный южный	Волгоградская (С), Воронежская (Ю), Ростовская (С), Курская, Белгородская, Воронежская (С), Харьковская обл. Волгоградская (Ю, С), Ростовская (Ю, С), Астраханская (С), Воронежская (Ю, С), Курская, Белгородская, Луганская, Донецкая, Харьковская (Ю) обл.

*Географические культуры сосны в Камышинском лесхозе Волгоградской обл.* созданы в 1976 г. на площади 17,9 га из 34 климатических экотипов по схеме 3,0x1,5 м. Лучшим ростом и состоянием отличаются прикарпатский реликтовый климатип, саратовский, камышинский, ростовский.

За последние 10 лет рост и состояние географических культур в основном стабилизировались. Таким образом, определённые выводы о перспективности климатипов в сухостепной зоне можно делать уже в первое десятилетие.

В лесомелиоративные насаждения Северного Прикаспия, Астраханской обл. и республик Калмыкия и Дагестан в конце 70 –

начале 80-х годов по инициативе ВНИАЛМИ активно вводился саксаул чёрный. Это абориген пустынных территорий, сочетающий признаки ксерофитов и галофитов, способный произрастать в самых экстремальных условиях. Однако широкое внедрение саксаула сдерживают отсутствие лесосеменной базы, опыта выращивания и недостающие знания его биоэкологии в новых условиях выращивания. С этой целью в 1978-1980 гг. были выделены лучшие по росту и состоянию насаждения саксаула в 20 географических районах Средней Азии и Казахстана в качестве исходных (маточных) популяций для испытания и адаптации в условиях Северного Прикаспия.

В 1982 г. из них были созданы *географические культуры саксаула черного* в Харабалинском лесхозе Астраханской обл. на площади 8 га. Кроме саксаула чёрного, испытан саксаул зайсанский, семена которого получены из Монголии.

С первых лет проявилась резкая дифференциация географических экотипов по сохранности, состоянию, интенсивности роста, срокам вегетации и вступления в репродуктивную стадию, качеству семян и многим другим признакам.

По интегральной оценке – морозоустойчивости, накоплению поедаемой биомассы, количественным и качественным показателям плодоношения, устойчивости к болезням (в основном камароспориозу) – наиболее перспективными оказались потомства адаптированного экотипа кзыл-ординского происхождения из Дасанга, а также нукусского (Каракалпакия) и казалинского (Приаралье) климатипов. Саксаул зайсанского происхождения из Монголии, имея низкорослую полукустарниковую жизненную форму, явился лидером по накоплению условно поедаемой фитомассы, т. е. наиболее перспективным для мелиоративно-кормовых целей. В 22-летнем возрасте культуры сохранили жизнеспособность, являются уникальным объектом и ценной лесосеменной базой для разведения саксаула в Северном Прикаспии.

Накопленный опыт по выращиванию саксаула из семян различного географического происхождения позволил учёным Средаз-НИИЛХа и ВНИАЛМИ разработать предварительную схему использования семян саксаула чёрного инорайонного происхождения для лесоразведения в Средней Азии, Южном Казахстане и ЮВ ЕТР (табл. 15.2), согласно которой для лесоразведения на Черных землях Астраханской обл. и Калмыкии предпочтительнее семена из Каракалпакии и Хорезмской обл. Узбекистана; Ташаузской обл. Туркмении и из Кзыл-Ординской и Джамбульской обл. Казахстана.



**Допустимые пункты заготовки семян саксаула чёрного  
для лесомелиорации в Средней Азии, Южном Казахстане и ЮВ ЕТР**

Место заготовки семян	Район использования
Узбекистан: Каракалпакия Хорезмская обл.	Каракалпакия и др. обл. Узбекистана, Туркмения, Калмыкия и Астраханская обл. Хорезмская и др. обл. Узбекистана, Туркмения, Калмыкия и Астраханская обл.
Туркмения: Ташаузская обл. Чарджоуская обл. Марыйская обл.	Ташаузская и др. обл. Туркмении, Калмыкия и Астраханская обл. Чарджоуская и Марыйская обл. Марыйская обл., восточная часть Ашхабадской и южная часть Чарджоуской обл.
Казахстан: Кзыл-Ординская обл. Чимкентская обл. Джамбульская обл.	Кзыл-Ординская, северная часть Чимкентской и западная часть Джамбульской обл., Каракалпакия и северная часть Бухарской обл., Калмыкия, Астраханская обл. Чимкентская обл., Джизакская и Сырдарьинская обл. Джамбульская, Чимкентская и Алма-Атинская обл., Астраханская обл.

Таким образом, многолетние исследования ВНИАЛМИ доказывают, что научное лесное семеноводство должно проводиться дифференцированно по природным зонам.

В степной зоне на чернозёмных почвах основой для создания ЛСП преимущественно являются местные популяции и лучшие биотипы основных лесо- и средообразующих пород. Наряду с этим здесь ведётся семеноводство некоторых ценных интродуцированных пород, которые по многим признакам (мелиоративным свойствам, ценности и массе древесины, декоративности и пр.) превосходят местные породы (например, лиственница сибирская). Приемы его организации здесь мало отличаются от методов ведения этой работы в лесной и лесостепной зонах. Главной задачей организации местной семенной базы является защита маточников в ЛСП от воздействия неблагоприятных метеорологических условий: заморозков, засух, болезней и вредителей, – а также стимуляция плодоношения за счёт дополнительного опыления, внесения удобрений, формирования кроны и т. д. Перспективными для защитного лесоразведения этой зоны являются дуб

черешчатый, в том числе пирамидальной формы, сосна обыкновенная, крымская и жёлтая (орегонская), лиственница сибирская, берёза повислая, ясень обыкновенный, липа и гибридные формы тополей.

Отдельные из названных видов используются в сухостепной и даже полупустынной зонах (например, дуб и ясень обыкновенный).

В сухостепной и полупустынной зонах роль селекции значительно возрастает. Здесь основное внимание уделяется отбору устойчивых биотипов – интродуцентов – в искусственных насаждениях, а также редких естественных популяций на самой южной границе ареала главных пород (например, дуба в островных байрачных лесах, меловой формы сосны и т. д.). Наиболее важными объектами селекции и семеноводства являются дуб местного и инорайонного происхождения, ильмовые (вяза гладкий, приземистый и граболистный), а также их спонтанные гибриды; робиния морозоустойчивой и мачтовой форм, гледичия обычной и бесколючковой форм, груша лесная, ясень ланцетный, шелковица, абрикос и орех грецкий. Большую роль играют кустарники, для которых требуется селекционное улучшение. Это аборигены – клён татарский, миндаль низкий (бобовник), спирея зверобоелистная, боярышники – и интродуценты – скумпия, карагана (акация жёлтая), смородина золотая.

В пустынной и в полупустынной зонах для лесомелиорации пастбищ используются исключительно засухо- и солеустойчивые кустарники – тамарикс, джужгун, саксаул, терескен, прутняк, полынь и солянки. Отбор наиболее устойчивых и продуктивных видов, разновидностей и форм этих кустарников и создание постоянной лесосеменной базы (ПЛСБ) имеет решающее значение в пастбищном лесоразведении в экстремальных условиях.

Выполнение программ создания пастбищезащитных лесных насаждений и долголетних культурных пастбищ в аридной зоне сдерживается недостатком семян. В этой связи возникает задача скорейшей организации культурного семеноводства пустынных растений, позволяющего получать высокие и устойчивые урожаи семян. Площади проектируемых семенных участков пустынных растений рассчитывают по потребности в них и проектной урожайности семенных насаждений.

#### 15.1.4. Технология создания и эксплуатации лесосеменных объектов

Лесное хозяйство сравнительно недавно (со второй половины XX столетия) перешло от бессистемной заготовки семян на вырубках к

плановой организации лесосеменного дела на специальных ЛСП, базирующихся на маточном материале, происхождение и наследственные свойства которого известны. За ними будущее и в агролесомелиоративном производстве. Основоположниками селекционного семеноводства для защитного лесоразведения в нашей стране являются А. В. Альбенский, С. С. Пятницкий, Г. П. Озолин, А. С. Яблоков, Г. Я. Маттис.

Генеральная схема развития лесного семеноводства в России на селекционной основе предусматривает закладку в ближайшие 20 лет лесосеменных плантаций в объёмах, полностью удовлетворяющих потребности лесного хозяйства и агролесомелиорации в семенах с улучшенными наследственными свойствами.

Создаваемые ЛСП различаются по происхождению и характеру исходного материала, определяющих генетическую ценность и целевое назначение производимых семян по методам размножения материнских деревьев и способам закладки. Существует пять основных признаков классификации типов ЛСП, которые могут быть дополнены в зависимости от целей селекции:

исходный материал – ЛСП создаются из потомств плюсовых деревьев, выделенных из одной популяции; из разных популяций одного эдафотипа; из разных эдафотипов одного климатипа; из разных климатипов одного вида; разных видов; иногда группируют деревья по формовому признаку – естественному и искусственному (гибриды, мутанты);

уровень генетической проверки исходного материала – ЛСП создаются непроверенным материалом (первого поколения) и проверенным (второго и последующих поколений);

целевое назначение семян – ЛСП группируются по целям селекции: продуктивность, качество и товарность, урожайность и качество плодов, устойчивость и долговечность к неблагоприятным факторам и другие признаки;

методы размножения исходного материала – ЛСП вегетативного (клоновые) и семенного (семейственные) происхождения;

способы закладки – прививкой на подвойные культуры, посадкой привитых саженцев, черенков, в том числе укоренённых, саженцев, посевом семян.

В аридной зоне технология закладки ЛСП специфична для каждого древесного вида. Однако имеются общие проблемы, которые возникают в условиях вне ареала произрастания вида, где семеноводческая работа проводится впервые. ВНИАЛМИ осуществляет мето-

дическое руководство созданием ПЛСБ основных древесных видов в засушливом регионе ЕТР с 1970 г.

Исследования различных вариантов создания ЛСП в регионе позволили выявить их оптимальные параметры, обеспечивающие определённый лесоводственный, селекционный и экономический эффект. Основные положения по созданию лесосеменных объектов изложены в научных трудах и практических руководствах (Г. Я. Маттис, С. Н. Крючков, Б. А. Мухаев, 1986; С. Н. Крючков, 1981, 1982, 1986).

При закладке лесосеменных объектов главных лесообразующих пород (дуба, сосны, лиственницы) в степной зоне руководствуются, как правило, общими указаниями по лесному семеноводству в РФ. Основные положения, которые необходимо соблюдать при создании лесосеменных объектов для защитного лесоразведения, заключаются в следующем. В аридной зоне основными объектами ПЛСБ являются архивы клонов и коллекции выделенного генофонда для создания селекционных объектов (реликтовые леса, участки старых сохранившихся лесных полос, уникальные особи, формы или гибриды, обладающие ценными признаками) и для длительного наблюдения за ростом, состоянием и степенью наследования родительских признаков. Это необходимо, так как плюсовых деревьев после отбраковки из кандидатов, как правило, в регионе остаётся немного, они территориально разбросаны и не застрахованы от утери при реконструкции или восстановлении расстроенных лесных насаждений.

Коллекционные участки популяций закладываются семенами, собранными в плюсовом насаждении; коллекции семей – из семян с плюсовых деревьев, архив клонов – из вегетативных частей этого же дерева. Количество растений каждого таксона в архиве должно быть не менее 50-100. В каждом наборе плюсовых деревьев есть контрольный экземпляр, репродуцированный из рядовых деревьев той же пробы. На созданный архив ценного генофонда составляется паспорт по установленной форме.

Отобранные по фенотипическим признакам плюсовые деревья подлежат обязательной генетической оценке по продуктивности, качеству, устойчивости и другим селективируемым признакам их семенных потомств в испытательных культурах. Генетическая ценность плюсовых деревьев определяется по комбинационной способности, т. е. по сохранению селективируемого признака в семенном потомстве. Плюсовые деревья, обладающие высокой комбинационной способностью, определяют в качестве элиты для дальнейшего использования при со-

здании многоклоновых ЛСП второго порядка. Заготовленные семена с таких ЛСП относят к категории сортовых.

Испытание потомств на элитность осуществляется в два этапа: предварительная проверка в течение трёх-пяти лет в питомниках, теплицах, посевном и школьном отделениях; длительное наблюдение в испытательных культурах. Окончательное отнесение деревьев к категории элитных проводят только после проверки потомства в испытательных культурах.

Испытательные культуры основных древесных видов закладываются в каждом лесосеменном районе, а при недостатке отобранных деревьев – в нескольких лесосеменных районах, между которыми допустимо перемещение семян. Лесотипологическая концепция лесоразведения предопределяет испытания потомств на разном экологическом фоне, в том числе и в экстремальных условиях.

Участок должен быть ровным по рельефу и выровненным по экологическим условиям. Площадь опыта определяется с учётом испытываемых и контрольных деревьев, числа растений на варианте (семье) и числа повторностей, которых должно быть не менее трех. Схемы создания культур должны быть приближены к технологии производственных посадок. Для сухостепной зоны наиболее приемлема схема размещения растений 4 x 2 м. Семенные потомства каждого плюсового дерева представлены не менее чем 30 растениями, которые высаживаются отдельными рядами или отрезками рядов в 3-4-кратной повторности. Через каждый третий ряд высаживают контрольные растения. В качестве контроля используют сеянцы, выращенные из смеси семян не менее чем 30 случайных деревьев того же насаждения, в котором отобраны испытательные плюсовые деревья.

Посадка культур проводится вручную ранней весной. Уходы заключаются в культивации междурядий, борьбе с вредителями, болезнями, сорной растительностью. На участки составляются планы с нанесением каждого растения, к ним прилагают другие информационные материалы.

С учетом быстрого развития древесных пород в аридной зоне предварительная оценка по потомству для большинства видов может быть получена в возрасте 5-10 лет. Окончательную оценку делают на основании испытания семенных и вегетативных потомств в течение 12-15 лет – период, примерно равный 1/2 возраста лесовозобновительной рубки ЗЛН на почвах первой и второй групп лесопригодности. Более подробно технология создания испытательных культур

изложена в руководстве по селекционному семеноводству для защитного лесоразведения (Г. Я. Маттис, С. Н. Крючков, 2001).

Клоновые ЛСП создают посадкой привитых или укоренённых саженцев по определённой схеме. Как исключение допускается предварительная посадка привоя тех или иных пород на постоянное место с последующей прививкой черенком от плюсового дерева. Семейственные ЛСП создают посевом семян или посадкой сеянцев отдельно по потомствам плюсовых деревьев.

На первом этапе работ по созданию ПЛСБ закладывают ЛСП первого порядка из потомства плюсовых деревьев, не прошедших предварительную генетическую оценку. Полученные здесь семена по селекционной категории относят к улучшенным. ЛСП второго порядка создают только из генетически проверенного селекционного материала, и полученные семена относятся к категории сортовых.

Под закладку ЛСП в чернозёмной степи участки подбирают на зональной почве, пригодной для выращивания районированных видов деревьев (дуб, сосна, лиственница и др.). Оптимальными по размерам считаются площади ЛСП, обеспечивающие потребность в семенах определённой породы целого административного или агролесомелиоративного района (свыше 10 га). Их целесообразно располагать в одном комплексе с лесопитомниками.

В сухой степи и полупустыне подбирают участки на интразональной почве с лучшими лесорастительными условиями: падины с чернозёмовидными почвами, надпойменные террасы с корнедоступными пресными ГВ или перераспределёнными осадками. В связи с пестротой почв и отсутствием в лесном фонде крупных площадей с хорошими лесорастительными условиями, а также в ряде случаев из-за небольшой потребности в семенах для сухой степи допускается минимальная площадь ЛСП по одной породе 3 га. Отведённые под ЛСП площади с разными типами почв разбивают на несколько участков; при этом лучшие используют для закладки более ценных, требовательных к плодородию почв пород (дуб, робиния, ясень и др.), а худшие – для менее требовательных видов, в том числе кустарников.

ЛСП ветроопыляемых растений закладывают среди насаждений других видов или удаляют от малоценных насаждений той же породы в соответствии с требованиями. Участки ЛСП проектируют с учётом господствующих ветров в период цветения; предпочтение отдаётся площадям, расположенным с наветренной стороны от малоценных насаждений одноимённой породы. Вокруг ЛСП создают живые филь-

тры из 5-10 рядов густокронных быстрорастущих древесных пород. Для энтомофильных видов (робиния, гледичия, груша и др.) участки под ЛСП подбирают с учётом пространственной изоляции (не менее 3 км) от источника нежелательной пыли.

Почву под ЛСП готовят по системе 1-2-летнего чёрного пара. Для вспашки до глубины 50 см используют плантажные плуги с оборотом пласта на глубину залегания гумусового или окультуренного горизонта, а в случае необходимости проводят доуглубление материнской породы почвоуглубителем. В течение лета пар содержится в чистом от сорняков состоянии. Перед посадкой проводят весеннюю культивацию с боронованием. Подготовленная площадь тщательно маркируется в соответствии со схемой посадки. Размещение семей и клонов проводится с учётом максимальной пространственной изоляции родственных потомств. Наиболее приемлема регулярно повторяющаяся схема систематического смещения в соответствии с действующими указаниями.

В чернозёмной степи для обеспечения генетической разнокачественности на ЛСП должно быть представлено потомство не менее 50 плюсовых деревьев, отобранных в естественных насаждениях с равным числом растений каждого клона или семьи. В сухой степи и полупустыне минимальное представительство плюсовых деревьев на ЛСП 20-25, а при использовании уникальных особей (например, пирамидальных и мачтовых форм дуба, робинии, караганы, бесколючковых форм гледичии и др.) – 3-5.

Перед закладкой ЛСП посадочный материал сортируют, удаляют повреждённые побеги; корни растений погружают в раствор регуляторов роста ИМК, НУК (5-10 мг/л) или в навозно-земляную жижу. Увлажнённые корни густо опудривают порошкообразным или обсыпают гранулированным гидрогелем (для предотвращения иссушения). Растения высаживают ранней весной в соответствии с подготовленной схемой размещения клонов и семей. Весной следующего года с учётом сохранности проводят дополнение ЛСП со строгим соблюдением схемы размещения. В одно посадочное место высаживают по одному сеянцу или саженцу (иногда по 2); дуб высевают по 5-7 здоровых желудей под пластиковые трубки диаметром 10 см и высотой 25-30 см (для оптимизации микроклимата и ускорения роста молодых дубков).

Оптимальная густота деревьев в ЛСП в чернозёмной степи 10x5 м с последующим разреживанием к 25-30 годам до 10x10 м (дуб, сосна, лиственница, ясень обыкновенный и др.); в сухой степи и полупу-

стыне для деревьев принимается схема 10x5 м, для кустарников 5x5 м на весь срок эксплуатации. Направление рядов запад – восток для обеспечения максимального освещения.

Опыты, проведённые на плантациях вяза с разной густотой размещения растений, показали, что при размещении 5x10 м наблюдается лучшее развитие крон, более высокий и качественный урожай семян, чем при более густой посадке (5x5 м), так как в первом случае создаются более благоприятные условия для развития крон и оптимального светового, минерального и водного питания (табл. 15.3).

Таблица 15.3

**Рост и плодоношение вяза при разной площади питания**

Происхождение, размещение	Высота, м	Диаметр кроны, м	Диаметр ствола, см, на высоте 0,5 м	Полнозернистость семян, %	Урожайность семян на 1 дереве, кг
<i>10 лет</i>					
Семенное: 5x5 м	6,6	6,1	18,0	65	2,4
5x10 м	6,9	6,4	18,0	83	3,8
<i>5 лет</i>					
5x5 м	4,7	4,5	10,0	71	0,7
5x10 м	4,9	4,9	10,0	73	0,9
Вегетативное 5x10 м	5,0	4,9	9,0	93	1,8

На 2-3-й годы после посадки в ЛСП удаляют лишние экземпляры в посадочных местах, оставляя наилучшие из них по развитию. На клоновых ЛСП проводят дополнительную подсадку привитых саженцев или допрививку аналогичными клонами. Уход за почвой заключается в периодической культивации междурядий в двух направлениях. Сорняки в приствольных кругах убирают вручную, обработкой гербицидами (раундап, глифосат и др. в дозе 0,4-0,5 г/м<sup>2</sup>) или культиватором с выдвигной боковой секцией. С первых лет после закладки плантации проводится формирование маточных растений: формируют штаб, удаляются поросль на стволе ниже места прививки.

Для повышения урожайности ЛСП применяют комплекс мероприятий, направленных на обеспечение хорошего роста и развития семенных деревьев, их регулярного плодоношения, условий для заготовки плодов, в том числе и механизированной.

Основной приём повышения урожайности ЛСП – использование высокоурожайных клонов, что учитывается при отборе плюсовых деревьев. Размножение в ЛСП только обильно плодоносящих клонов



повышает урожайность в 2-5 раз. Ю. П. Ефимов (1981) рекомендует к высокоурожайным клонам сосны относить потомства, урожайность которых в 2 раза выше средней по ЛСП, и использовать их при создании ЛСП второго порядка, а также выделить несколько клонов с интенсивным мужским цветением, обильно продуцирующих жизнеспособную пыльцу. Использование слабоплодоносящих потомств, даже обладающих многими ценными свойствами, нецелесообразно. Это приводит к увеличению площадей ЛСП и резко снижает экономическую эффективность плантационного семеноводства.

Индивидуальные различия по урожайности плюсовых деревьев дуба, сосны, вяза и робинии и их вегетативных потомств в клоновых архивах отмечены в процессе 30-летних исследований и результаты используются в проектах закладки ЛСП.

Объективную оценку урожайности клонов можно получить после многолетних наблюдений за их плодоношением и выделить высокоурожайные потомства с высокой комбинационной способностью для плантаций второго поколения. По наблюдениям ВНИАЛМИ внедрение рекордно урожайных клонов на ЛСП носит ограниченный характер, так как такие растения очень редки и не могут обеспечить достаточного набора клонов. В этой связи важное значение приобретает проблема разработки различных методов стимулирования плодоношения. Другим важным средством сохранения урожая является борьба с заморозками, вредителями и болезнями. Отрицательные последствия заморозков предотвращают окуливанием плантаций дымовыми шашками; защиту от вредителей и болезней – обработкой пестицидами и биопрепаратами, указанными в руководствах по защите древесных растений. Повышению репродуктивной способности маточников в ЛСП способствует применение комплекса агротехнических мероприятий: периодическая культивация почвы, внесение минеральных удобрений и обработка регуляторами роста в соответствии с зональными рекомендациями.

Древесные породы в аридном регионе при редком размещении не достигают большой высоты, поэтому для большинства из них отпадает необходимость в подрезке вершины. Исключение составляют хвойные (сосна, лиственница) в чернозёмной степи. Первый приём обрезки – в 8-12 лет с удалением 4-5 верхних мутовок, последующие – с 5-летними интервалами. Для этих же пород в некоторые годы эффективен приём искусственного доопыления. Его проводят в молодых ЛСП при дефиците пыльцы. Её заготавливают с особой высокой генетической ценности, хранят в холодильнике и наносят на женские

цветки в период максимальной восприимчивости пыльцы семяпочками. В чернозёмной степи в течение всего срока эксплуатации ЛСП проводят лесоводственные уходы, чтобы обеспечить хорошую освещённость и свободное развитие крон. В этих целях своевременно проводят разреживание деревьев на плантации, сохраняя равноэквивалентное представительство клонов и семей.

Наиболее распространённым и доступным для практики приёмом повышения урожая является улучшение условий роста растений путем подбора благоприятного местопрорастания ЛСП. При этом у растений активизируются обменные процессы и стимулируется накопление запасов питательных веществ, необходимых для нормального развития генеративных органов.

При формировании урожая древесные растения потребляют питательные элементы из почвы, которые необходимо пополнять, а в некоторых случаях вносить новые компоненты, необходимые для их нормальной жизнедеятельности. Имеется положительный опыт применения удобрений в семенных насаждениях основных древесных пород – сосны обыкновенной, лиственницы сибирской, дуба и др. Улучшение почвенного питания не только интенсифицирует плодоношение, но и сокращает сроки вступления растений в репродуктивную стадию, повышает качественные показатели семян.

Особенно актуально использование удобрений в аридной зоне при солонцеватости почвогрунтов и недостаточном количестве питательных веществ в корнеобитаемом слое почвы. Так, в условиях Волгоградской обл. на светло-каштановых солонцеватых почвах минеральные удобрения на второй год после внесения на семенной плантации вяза приземистого оказывают заметное влияние на его плодоношение и качественные показатели семян. В условиях почвенной засухи на удобренном фоне складывается более благоприятный водный режим для растений. Внесение полной смеси минеральных удобрений на второй и третий годы усиливает плодоношение дуба, снижает отпад завязей.

Действие удобрений сказывается и на повышении качества семян: при внесении полной смеси удобрений на семенной плантации робинии в возрасте 6 лет выход доброкачественных семян увеличивается вдвое (Г. Я. Маттис, С. Н. Крючков, 2003).

Для повышения урожайности семенных плантаций в последние годы часто используются регуляторы роста, которые по характеру действия подразделяются на несколько групп: ауксины, гиббереллины, цитокинины, ингибиторы. Установлено, что в определённых дозах они

могут воздействовать на генеративные органы. Опыты, проведённые с хлорорганическими препаратами (тур, гидрел) на семенных плантациях древесных пород, показали положительное влияние их на интенсивность плодоношения. Обработка крон этими препаратами в период закладки цветочных почек заметно усилила цветение, плодоношение и полнозернистость семян молодых семенных насаждений вяза. У робинии повышается завязываемость плодов и снижается повреждаемость акациевой огнёвкой. На семенной плантации дуба в десятилетнем возрасте в результате 2-кратной обработки крон после цветения (в мае и июне) препаратом тур в дозе 0,5 мл/л отпад завязей снижается на 15%.

#### 15.1.5. Выращивание посадочного материала для защитного лесоразведения

Семенное и вегетативное размножение селекционного материала проводится в питомниках. Недостаточное количество естественных осадков, значительная сухость воздуха и большая испаряемость приводят к необходимости их базирования на искусственном орошении. Высокие летние температуры, нередко сопровождающиеся сильными сухими ветрами, низкая относительная влажность воздуха опасны для всходов и даже окрепших сеянцев и саженцев, так как приводят к их перегреву, вызывают сильное иссушение поверхности почвы, появление почвенной корки, что также губительно для молодых растений. В связи с этим надо предусматривать защиту питомников лесными полосами, щитами, специальными покрытиями и проводить мульчирование посевов. Возврат холодов и ночные заморозки в ранневесеннее время нередко являются причиной повреждения всходов, а повторяющиеся периодически бесснежные и холодные зимы – массового вымерзания растений.

Однако наряду с перечисленными неблагоприятными факторами для выращивания сеянцев и саженцев засушливая зона имеет и существенное преимущество перед другими природными районами: высокая обеспеченность растений световой энергией, длительный период вегетации, высокая теплообеспеченность. Все это позволяет в засушливых районах интенсифицировать выращивание посадочного материала при обеспечении растений всеми необходимыми условиями для роста и развития.

#### 15.1.6. Роль экологических факторов в повышении продуктивности питомников аридной зоны

К. А. Тимирязев отмечал, что самый существенный процесс питания растений зависит от света. Основное "космическое" значение деятельности растений, как показал учёный, заключается в поглощении света и в превращении лучистой энергии солнца в биохимическую энергию, управляющую многообразными процессами жизни.

Рост и развитие растений, в частности сеянцев и саженцев, возможны только при определённых температурах, т. е. при положительном радиационном балансе. Естественный источник излучения солнце одновременно и светит, и греет. В процессе прихода – расхода солнечной радиации на деятельную поверхность земли образуется тепловая энергия. Д. И. Шашко (1967) показал, что величина этой энергии, выраженная суммой температур за период вегетации, пропорциональна радиационному балансу. Поэтому тепловую энергию можно считать обобщённым выражением действия всех составляющих лучистой энергии солнца.

Обобщая всё сказанное о роли отдельных почвенно-климатических ресурсов – питательных веществ, влаги, газового состава и света, – можно заключить, что потенциальные возможности накопления биомассы, а следовательно, и возможности для разработки интенсивных способов выращивания посадочного материала в питомниках определяются главным образом световыми ресурсами местности, которые выражаются естественной теплообеспеченностью того или иного природного района.

Большинство сельскохозяйственных культур начинают нормально вегетировать при температуре выше 10°C. Почти для всех выращиваемых полевых культур известна и биологическая потребность в сумме эффективных температур, необходимых для прохождения всех стадий – от прорастания семян до созревания. Она называется суммой биологических температур и складывается из средних суточных температур непосредственно за период вегетации данного вида или сорта.

Кроме того, различают ещё сумму биоклиматических температур, выражающую количество тепла, обеспечивающего ежегодное (или достаточно частое) созревание растений либо наступление хозяйственно ценных фаз развития. Численно сумма биоклиматических температур равна сумме биологических температур, увеличенной на определённое количество дней в зависимости от заданного уровня обеспеченности

наступления нужных фаз развития (Г. Я. Маттис, 2001).

Наблюдения позволяют заключить, что биологическая потребность отдельных пород в сумме температур – величина постоянная, не зависящая от условий выращивания и географического положения мест произрастания. Например, для берёзы биологическая сумма температур составляет  $\approx 2500^{\circ}\text{C}$ . При выращивании сеянцев этой породы в открытом грунте в Кулундинской степи Алтайского края теплообеспеченность оказалась меньше биологической потребности растений и, следовательно, возможности роста однолетних сеянцев в этом пункте не были реализованы. Здесь вследствие ранних осенних низких температур (меньше  $10^{\circ}\text{C}$ ) вегетационный период заканчивался быстрее, чем рост сеянцев.

Примерная биологическая потребность однолетних сеянцев других пород в сумме тепла в вегетационных сосудах приведена в табл. 15.4.

Таблица 15.4

**Биологическая потребность в сумме тепла и показатели роста однолетних сеянцев древесных пород (г. Волгоград)**

Порода	Дата появления всходов	Дата закладки верхушечной почки	Продолжительность вегетации, дни	Сумма использованных активных температур, $^{\circ}\text{C}$	Средние показатели одного сеянца		
					высота, см	диаметр корневой шейки, мм	воздушно-сухая масса, г
Дуб черешчатый	2.06	5.07	33	608	18,1	4,9	7,2
		2.08	28	604			
Ясень ланцетный	25.05	10.08	77	1474	19,9	4,4	3,1
Клён ясенелистный	25.05	25.08	92	1794	24,6	5,2	4,6
Вяз гладкий	1.05	25.08	148	2647	32,4	4,2	2,9
Сосна обыкновенная	1.05	15.10	168	2760	10,0	2,5	1,2
Вяз полевой (берест)	1.05	15.10	168	2760	26,0	3,6	2,5
Вяз приземистый	1.05	25.10	178	2787	35,3	3,8	3,2

Исследования позволили обнаружить существенные различия в потребности однолетних сеянцев в сумме тепла. Можно предположить, исходя из суммы климатических температур в г. Волгограде ( $3300^{\circ}\text{C}$ ), что дуб здесь сформирует при полном обеспечении питанием и влагой не менее 4 приростов за вегетационный период. Следовательно, медленный рост молодых дубков не является биологическим свой-

ством этой породы, а вызван экологическими факторами. Ясень и клён также имеют относительно короткие сроки развития однолетних сеянцев, но и глубокий период покоя, поэтому, несмотря на обилие тепла, влаги и питания, второй прирост в течение одного периода вегетации не образуют. Сеянцы сосны, вяза гладкого и приземистого, используя почти всю сумму активных температур, при продолжительной вегетации обычно не образуют второго прироста. У однолетних сеянцев вяза приземистого и робинии часто верхушечный прирост прекращается только после наступления первых заморозков осенью. Сеянцы всех названных пород при полном обеспечении их питанием и влагой по прохождении однолетнего цикла роста и развития достигают стандартных размеров. Следовательно, теоретически имеется возможность вырастить однолетние сеянцы этих пород в тех географических пунктах, в которых теплообеспеченность превышает биологическую потребность в сумме тепла отдельных пород.

#### 15.1.7. Накопление органической массы сеянцами и саженцами в различных географических пунктах

Верхний предел урожая при полном обеспечении растений питательными веществами и водой определяется количеством поступающей солнечной энергии, максимально возможным коэффициентом её использования зелёным растением и продолжительностью периода ассимиляции. Коэффициент продуктивности климата – показатель, который выражает величину урожая (ц/га) на  $100^{\circ}\text{C}$  суммы температур, – для сельскохозяйственных культур ввел Д. И. Шашко (1967). Он сравнительно устойчив при одинаковых условиях увлажнения. Величина расчётного урожая для определённого района составляет произведение коэффициента продуктивности климата и длины периода вегетации, выраженной в сотых долях суммы биологических температур.

Для выяснения зависимости формирования органической массы сеянцев от обеспеченности места выращивания тепловыми ресурсами семена вяза и сосны высеяли в питомники ВНИАЛМИ (г. Волгоград) на искусственном плодородном легкосуглинистом чернозёмовидном субстрате с содержанием гумуса 3% и в Шахматовском опытно-производственном лесопитомнике (Бузулукский район Оренбургской обл.) на обыкновенном легкосуглинистом чернозёме с содержанием гумуса 4%. Посев в обоих пунктах провели в одно время с одинаковыми нормой высева и схемой. В течение вегетационного периода посевы

поддерживали во влажном состоянии. Ежемесячно выкапывали по 20 сеянцев каждой породы, измеряли среднюю высоту и сухую массу 10 растений. По данным метеостанции обоих пунктов определяли фактическую сумму температур выше 10°C за период роста и развития однолетних сеянцев.

Результаты географических опытов показали, что при полном обеспечении сеянцев питанием и влагой прирост органической массы и рост в высоту обеих пород был выше в питомнике ВНИАЛМИ. Однако период нарастания массы в этом пункте был менее продолжительным, что объясняется более быстрым набором суммы тепла, требуемого для развития сеянцев. Прирост органической массы сеянцев вяза по географическим пунктам был прямо пропорционален суммам активных температур в местах выращивания. Примерно одинаковые отношения сумм температур (1,50) и органической массы (1,43) получены также у берёзы при выращивании ее в разных пунктах: в г. Волгограде масса однолетних сеянцев составила 26,7 ц/га (3000°C), в Кулундинской степи 18,2 ц/га (2100°C).

Таким образом, для относительно крупных и быстрорастущих однолетних сеянцев лиственных пород прирост органической массы при полном обеспечении растений питанием и влагой прямо пропорционален теплообеспеченности мест выращивания.

Воспользовавшись данными фактической массы органического вещества сеянцев при определённой сумме активных температур, можно подсчитать потенциальную продуктивность разных пород по АЛМР степной, сухостепной и полупустынной зон России и вывести поправочные коэффициенты для определения норм выхода посадочного материала в соответствии с теплообеспеченностью районов выращивания.

Наиболее отзывчивыми на возрастание тепла оказались сеянцы, характеризующиеся менее интенсивным приростом органической массы, например сосна: отношение температур в двух сравниваемых пунктах составило 1,2, сухой массы 1,8. Установлено далее, что продуктивность сеянцев, кроме тепловых ресурсов, в значительной степени зависит от относительной влажности воздуха. По данным исследований продуктивности составлено уравнение зависимости прироста у органической массы однолетних сеянцев сосны от двух факторов – теплообеспеченности  $\Sigma T$  и относительной влажности воздуха  $W$ :

$$\lg y = [(1,55 - 1,83W) + 10^{-4} \times (3,9 + 4,9W)] \Sigma T.$$

Подставляя в уравнение различные величины сумм температур и относительной влажности воздуха, построили номограмму возмож-

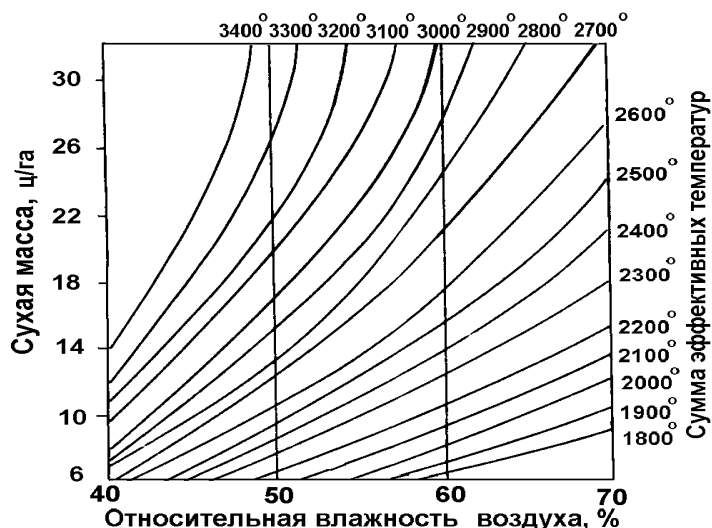


Рис. 15.2. Расчётная продуктивность однолетних сеянцев сосны в зависимости от теплообеспеченности и влажности воздуха

ного выхода сеянцев сосны в зависимости от климатических условий мест выращивания (рис. 15.2). Её используют для определения выхода однолетних сеянцев сосны по природным районам страны для селекционных целей. Для других пород (особенно медленнорастущих) следует составить свои номограммы роста и продуктивности.

#### 15.1.8. Методы ускоренного семенного размножения селекционного материала

*Выращивание однолетних сеянцев в открытом грунте.* В районах с высокой теплообеспеченностью (сумма эффективных температур выше 2500-3000°С в зависимости от выращиваемых пород) подбирают участок с естественной плодородной почвой или создают искусственный слой почвы. Для этого малоплодородный грунт на ширину посевных гряд и глубину 30 см заменяют плодородным субстратом, содержащим гумуса не менее 3% и лишённым вредных солей, средним или лёгким по гранулометрическому составу (почва со дна балок или из-под старых древесных насаждений). Посев проводят в возможно ранний срок предварительно снегованными и проросшими семенами. Норму высева по сравнению с обычной уменьшают вдвое; схема посева уплотнённая (42-48 тыс шт/га). Посевы постоянно увлажняют тонкораспыленной до тумана водой. Проводят однократную подкормку фосфорными (50 кг д.в./га) и двукратную азотными (по 20 кг д.в./га) удобрениями. Во второй половине лета количество сеянцев прореживанием доводят до 40-50 шт/м. Выход стандартных однолетних сеянцев достигает 1,5-2,0 млн шт/га. Описанным способом можно вырастить селекционные сеянцы берёзы, сосны, дуба, вяза и других пород.

*Выращивание полуторалетних сеянцев в открытом грунте.* Ав-



тор технологии Г. Я. Маттис (2001). Согласно технологии подбирают плодородные участки питомника (гумуса выше 3%). Обработывают почву по системе полупара с внесением под основную вспашку органического (20-30 т/га) и фосфорно-калийного (15-20 кг д.в./га) удобрений. Проводят тщательную предпосевную обработку почвы и влагозарядковый полив. Посев осуществляют в первых двух декадах июня тщательно подготовленными семенами (пророщенными и выдержанными в укрытых соломой или опилками ледниках). После появления всходов и до конца августа ведут интенсивные уходы за почвой (прополка, рыхление, подкормка). В августе – сентябре прекращают полив и подкормку в целях подготовки всходов к зиме. Глубокой осенью посевы мульчируют опилками или соломой, зимой проводят снегозадержание для предохранения посевов от низких температур и выжимания морозом. На второй год – обычные меры ухода. Выход 1,5-летних сеянцев на 20-25% выше, чем при двухлетнем сроке выращивания. Описанным методом можно выращивать для селекционных целей сеянцы берёзы, сосны, лиственницы и некоторых других пород.

*Выращивание сеянцев в культивационных сооружениях с полиэтиленовым покрытием.* Используют теплицы блочного типа или малогабаритные домики. В первом случае почву готовят осенью или ранней весной. На поверхность почвы равномерно разбрасывают перепревший навоз (50 т/га). Одновременно вносят фосфорные (50-80 кг д.в./га) и калийные (15-20 кг д.в./га) удобрения. После этого почву перепахивают. За 10-15 дней до посева почву тщательно стерилизуют, используя формалин, карбатион ( $50 \text{ см}^3/\text{м}^2$ ) или другие фумиганты.

Семена смачивают и помещают под снег. Перед посевом их проращивают в тепле, затем помещают в 0,25%-ный раствор марганцево-кислого калия и высевают. Схема посева уплотнённая (6-7-строчная) с расстояниями между строчками 15 см; ширина лент 75-90 см, расстояние между ними 50 см. Нормы высева снижены в 2 раза. Непосредственно перед посевом на каркас теплицы натягивают плёнку.

Посевы постоянно увлажняют тонкораспыливающей дождевальной установкой. Летом теплицу необходимо регулярно проветривать, не допуская нагревания почвы свыше  $35^\circ\text{C}$ . Посевы прореживают до 60-80 шт/м. Плёнку снимают в августе. Выкапывают сеянцы выкопочными плугами осенью или весной. Выход сеянцев 1,5-2,0 млн шт/га. Описанным способом выращивают сеянцы любых пород.

Для кратковременного покрытия весной используют малогабаритные домики, устанавливаемые на посевные грядки после посева. Подго-

Таблица 15.5

**Рост, развитие и выход однолетних сеянцев гледичии обыкновенной  
в зависимости от состава почвенного субстрата**

Вариант опыта	Норма высева, г/пог. м	Кол-во высеянных семян, шт	Кол-во всходов, шт/пог. м	Грунтовая влажность, %	Высота стебля, см	Диаметр корневой шейки, мм	Биомасса одного сеянца в сухом состоянии, г				Кол-во сеянцев, пог. м/шт	
							листья	стволик	корни	итого	всего	стандартных
1	21	120	60	50,0	31,9	3,40	0,85	0,87	1,96	3,68	60	34
	14	80	40	50,0	24,5	3,50	0,70	0,70	2,10	3,50	36	12
	7	40	10	25,0	26,4	4,40	1,00	0,90	1,73	3,63	10	4
2	21	120	86	71,7	43,5	4,40	1,25	1,72	3,12	6,09	86	68
	14	80	47	58,8	36,3	4,45	1,35	1,50	3,31	6,16	44	33
	7	40	26	65,0	25,1	4,60	0,98	1,10	2,08	4,16	26	11
3	21	120	98	81,7	48,1	5,00	1,48	2,01	3,61	7,10	92	80
	14	80	52	65,0	41,1	5,20	1,56	2,03	3,86	7,45	49	42
	7	40	31	77,5	35,9	5,30	1,58	2,05	4,08	7,71	31	20
4	21	120	75	62,5	53,0	5,25	1,79	2,42	4,29	8,50	73	67
	14	80	40	50,0	45,7	5,30	2,25	2,15	3,95	8,35	38	34
	7	40	21	52,5	39,9	5,70	2,01	2,26	4,60	8,87	21	14
5	21	120	74	61,7	48,5	5,20	1,58	2,08	4,03	7,69	68	58
	14	80	43	53,8	42,3	5,30	1,65	2,07	4,10	7,82	43	36
	7	40	25	62,5	36,5	5,40	1,59	2,04	4,18	7,81	25	16
6	21	120	95	79,2	47,4	5,30	1,52	2,12	3,59	7,23	83	72
	14	80	68	85,0	42,5	5,20	1,57	1,93	3,84	7,34	67	58
	7	40	21	52,5	38,1	5,80	1,85	1,75	3,35	6,95	21	12

товка почвы, нормы посева и уход такие же, как и в блочных теплицах.

*Выращивание однолетних сеянцев в искусственном субстрате.* Автор метода Б. А. Мухаев. Пробразом его является метод Дюн-немана, известный с XIX столетия и заключающийся в выращивании сеянцев хвойных пород на субстрате, взятом из-под старых материнских насаждений одноимённых пород.

В южных регионах России большинство почв питомников малоплодородные и имеют низкие показатели по гранулометрическому составу. Нередко это лимитирует рост и выход сеянцев даже при хорошем оснащении питомников средствами полива и высокой агротехнике выращивания.

В условиях г. Волгограда ( $\Sigma T = 3300^{\circ}\text{C}$ ) проведены опыты по выращиванию сеянцев гледичии на различных искусственных субстратах. Применяли следующие варианты: 1) контроль (зональная светло-каштановая суглинистая почва); 2) смешивание зональной почвы с песком ( $90 \text{ кг/м}^2$ ) с добавлением минеральных удобрений  $\text{N}_{40}\text{P}_{80}\text{K}_{40}$ ; 3) внесение песка ( $90 \text{ кг/м}^2$ ), навоза ( $4 \text{ кг/м}^2$ ), минеральных удобрений ( $\text{N}_{40}\text{P}_{80}\text{K}_{40}$ ); 4) внесение песка ( $90 \text{ кг/м}^2$ ), перепревшего листового опада ( $30 \text{ кг/м}^2$ ), минеральных удобрений ( $\text{N}_{40}\text{P}_{80}\text{K}_{40}$ ); 5) внесение песка ( $90 \text{ кг/м}^2$ ), суперудобрения "Агровит-Кор" ( $50 \text{ г/м}^2$ ), минеральных удобрений ( $\text{N}_{40}\text{P}_{80}\text{R}_{40}$ ); 6) внесение песка ( $90 \text{ кг/м}^2$ ) + суперудобрения "Агровит-Кор" ( $50 \text{ г/м}^2$ ), сильнонабухающих полимерных гидрогелей СПГ ( $100 \text{ г/м}^2$ ), минеральных удобрений ( $\text{N}_{40}\text{P}_{80}\text{K}_{40}$ ).

Результаты исследований (табл. 15.5) показали, что все искусственные субстраты позволяют улучшить водно-физические и питательные свойства деградированных и слабо окультуренных суглинистых почв, повысить грунтовую всхожесть, ускорить рост однолетних сеянцев гледичии обыкновенной и в 2-3 раза увеличить выход посадочного материала. Наилучшие результаты по выходу стандартных сеянцев отмечены на вариантах 3 и 6. Аналогичные результаты получены при выращивании ильмовых и других пород.

#### 15.1.9. Вегетативное размножение селекционного материала

При организации селекционного семеноводства выделенный генотип должен пройти репродукцию при сохранении всех положительных свойств материнских растений. Такой приём размножения можно осуществить только вегетативным путём. Однако древесные виды имеют разную способность к вегетативному размножению, осо-

бенно в аридном регионе – за пределами своих естественных ареалов. Поэтому основной задачей при создании лесосеменных объектов (клоновых архивов, клоновых и маточных плантаций) являлось использование эффективных приёмов вегетативного размножения для каждой древесной породы с учётом её биоэкологии и конкретных условий выращивания.

ВНИАЛМИ в результате 30-летних экспериментальных исследований разработаны и освоены приёмы вегетативного размножения основных древесных видов при создании их ПЛСБ на Юге-Востоке ЕТР.

#### 15.1.10. Укоренение черенков в открытом грунте

В открытом грунте успешно укореняются одревесневшие (зимние) черенки многих видов тополей и ив, тамарикса и других пород. Черенки заготавливают осенью или зимой на маточных плантациях, где хорошо развиты порослевые побеги. Заготовленные побеги прикапывают во влажный песок в траншеях или подвалах. Весной из побегов нарезают черенки длиной 15-20 см. Верхний срез делают горизонтальным над почкой, а нижний – под почкой под углом 45°. Перед посадкой нижние срезы черенков подновляются. Хорошие результаты даёт их замачивание перед посадкой в течение 4-6 ч. Для профилактики проводится предпосадочное протравливание 50%-ной суспензией ГМТД.

Подготовку почвы для посадки черенков проводят по системе чистого удобренного или сидерального пара. Глубина основной вспашки 45-50 см. Для посадки используется 4-рядная посадочная машина СШН-4 с аппаратом для посадки черенков.

Во избежание высыхания черенки высаживают на уровне почвы. Поливы проводят с учётом увлажнения почвы на 30-40 см. Саженцы в открытом грунте выращиваются в течение 1-2 лет.

Некоторые виды успешно размножаются корневыми черенками. Их заготавливают от маточных деревьев путём раскопки горизонтальных поверхностных корней толщиной 0,8-1,0 см. С одного дерева заготавливают не более 7-10 корневых тяжей. Отрезанные части закладывают в траншеи или ящики с песком и увлажняют. В таком состоянии их можно хранить и транспортировать в течение 10-15 дней. Перед посадкой из тяжей нарезают черенки длиной 10-12 см и вертикально высаживают в почву на расстоянии 5-7 см, оставляя верхние концы черенков на уровне почвы, или покрывают слоем песка толщиной 1-2 см; грядки поддерживают во влажном состоянии. Через 10-20

дней развиваются почки – зачатки будущих надземных побегов; развитие корней из нижних срезов происходит позже. Укоренённые черенки робинии, вяза, тополя и других пород пригодны для посадки в однолетнем возрасте.

Для размножения бессеменных форм робинии (мачтовой и пирамидальной) горизонтальные корни, расположенные в верхнем слое почвы (20-40 см), выкапывают ранней весной. Заготовленные тяжи разрезают на черенки длиной 10-30 см, сортируют по фракциям толщиной 5-20 мм и сразу высаживают в открытый грунт с размещением 20 x 10 см под углом 45°. При этом укореняемость черенков зависит от толщины и возраста дерева. Укореняемость черенков от молодых (25-летних) деревьев, как правило, в 2 раза выше, чем от 50-80-летних; оптимальные размеры 9-17 мм в диаметре и 15-20 см в длину.

#### 15.1.11. Укоренение черенков в закрытом грунте

Черенкование растений в производственных условиях обычно ведётся зелёными черенками в культивационных сооружениях с туманообразным орошением и последующим доращиванием в школьном отделении. Это наиболее современный и эффективный приём для растений с ограниченной способностью к ризогенезу.

В основе зелёного черенкования лежит способность к придаточному корнеобразованию. Оно зависит от наличия листьев и почек на черенках. Фотосинтетическая роль листьев в снабжении базальных частей растений питательными веществами и биокатализаторами, а также технология черенкования различных древесных пород хорошо освещены в исследованиях З. Томпсона (1955), Р. Х. Турецкой (1949) и др. В практике зелёного черенкования нередко уменьшают листовую поверхность для сокращения испарения, но при условии достаточно высокой влажности воздуха нередко оставляют возможно большую листовую поверхность, чтобы улучшить снабжение черенка продуктами фотосинтеза.

Между размером листовой поверхности и способностью к укоренению существует корреляционная зависимость, что подтверждается использованием продуктов фотосинтеза при образовании придаточных корней у зелёных черенков.

Физиологическая сущность корнеобразовательной способности проявляется при черенковании в разные фазы онтогенеза, под воздействием различных экзогенных стимулирующих веществ и внешних

условий. При разработке технологии зелёного черенкования рассматривались следующие вопросы: выбор оптимальных параметров побегов и черенков при заготовке; определение оптимальных сроков черенкования, связанных с фенофазами развития привоя; выбор эффективных регуляторов роста, создание оптимальных условий внешней среды.

Культивационные сооружения обеспечиваются хорошим дренажом. В качестве субстрата применяется смесь песка с торфом. Оптимальные условия для укоренения зелёных черенков создаются при относительной влажности воздуха 75-90%, температуре воздуха 22-30°C, субстрата 22-27°C. Полив осуществляется туманообразующей установкой, состоящей из насосно-силового оборудования, водоподающей и водораспределительной систем и распыливающих устройств.

Для нарезки черенков заготавливают побеги текущего года. Черенки нарезают с 1-2 междоузлиями, нижние срезы обрабатывают регуляторами роста ИУК (100 мг/л), ИМК (60 мг/л) в течение 12-18 часов. Черенки высаживают в субстрат на глубину 1-1,5 см с размещением 5x5 или 5x10 см. Уходы заключаются в поливе, прополке и контроле за микроклиматом. Укоренение происходит в течение вегетационного периода. Осенью или ранней весной следующего года укоренившиеся растения пересаживают на доращивание.

Агротехника выращивания черенковых саженцев в школьном отделении включает полив, подкормку, рыхление почвы, уничтожение сорняков, борьбу с вредителями и болезнями.

Биологическая разнокачественность древесных растений обусловила необходимость разработки индивидуальных приёмов черенкования для отдельных видов.

*У сосны* в качестве маточников отбираются растения до 10-летнего возраста. Побеги заготавливают ранней весной до сокодвижения, целиком используя боковые приросты прошлого года и сохраняя их до посадки в прохладной влажной среде. В условиях защищённого грунта оптимальным сроком корнеобразования является фаза набухания почек. Для посадки используют черенки длиной не менее 10 см. На базальной части черенков удаляется хвоя на протяжении 2-3 см, черенки высаживаются на глубину 1,5-2,0 см с размещением 5 x 5 см во влажный субстрат (60% от ПВ) из смеси торфа с песком при обеспечении постоянным мелкокапельным орошением. Эффективными стимуляторами роста являются ИУК 0,015%-ной концентрации с экспозицией 18-24 ч; люпон с концентрацией 100 мг/л и 24-часовой экспозицией. Сосну выращивают один вегетационный пе-

риод с переносом на следующий год в школу доращивания.

*Пирамидальная и мачтовая формы робинии*, как правило, не образуют семян и размножаются исключительно вегетативным путём, при котором полностью сохраняется материнская морфологическая форма. Технология черенкования разработана во ВНИАЛМИ (С. Н. Крючков, О. И. Жукова, 2000). Зелёное черенкование проводится в течение вегетационного периода. Черенки нарезаются длиной 6-12 см с 1-3 междоузлиями. Нижний срез делается на 4-6 мм ниже почки, верхний на 5-10 мм выше. Нижние листья удаляются, а верхние укорачиваются до 4 листочков. Черенки погружаются нижними концами в чашки с раствором регуляторов роста и устанавливаются в тёмном месте. Обработанные черенки высаживают в парник с полиэтиленовым покрытием, снабжённый мелкокапельным орошением, на глубину 2-3 см по плотной схеме 5 x 7 см. Для укоренения зелёных черенков используют двухслойный субстрат, где нижний слой представляет собой питательную среду, верхний – речной песок (3-5 см), обеспечивающий необходимые условия водно-воздушного и теплового режима. Оптимальная дневная температура воздуха 25-32°C, ночная на 3-5° ниже; температура субстрата на 1° выше температуры воздуха.

Успех размножения зависит и от сроков черенкования, обусловленных физиологическим и анатомо-морфологическим состоянием растений (степенью зрелости). Оптимальными сроками черенкования робинии в условиях сухой степи является период с середины июня до середины августа (табл. 15.6). При позднем сроке черенкования укореняемость черенков снижается, а зимой многие растения вымерзают. Черенкование лучше приурочить к фенофазам маточного растения (пикам роста).

Таблица 15.6

**Влияние сроков черенкования на рост и развитие робинии при обработке ИУК 100 мг/л**

Срок черенкования	Укоренение, %	Среднее количество корней на черенке, шт	Средняя протяжённость корневой системы, см	Среднее количество побегов, шт	Средняя длина побегов, см
20 марта	85,0	19,5	118,5	4,5	38,5
15 июля	90,0	7,5	40,0	3,5	3,5
15 августа	62,5	2,6	14,4	0	0
НСР <sub>95</sub>	12,8	3,5	22,1	0,6	12,5

Способность к укоренению зелёных черенков робинии зависит от степени вызревания заготовленной части побега. В ранние сроки, когда

основная часть побега (начиная сверху) ещё невызревшая, лучше укореняются нижние (базальные) и средние части побегов. В более поздние, когда значительная часть побега (начиная снизу) уже сильно одревеснела, – верхние и средние. Для повышения укореняемости зелёных черенков используются стимуляторы роста. Из испытанных химических веществ наиболее эффективными оказались гетероауксин (индолилуксусная кислота ИУК-100, 150 мг/л), индолилмасляная кислота (ИМК-60 мг/л), нафтилуксусная кислота (НУК-50 мг/л), диметилсульфоксид (ДМСО-800 мг/л), аминоксусная кислота (АБК-30 мг/л). Витамины В<sub>1</sub> и С оказали меньшее действие на процесс корнеобразования. На всех вариантах по сравнению с контролем (водой) корнеобразование черенков робинии проходило на 5-15 дней быстрее и к концу вегетационного периода черенковые растения успешно развивались (табл. 15.7). Лучшие результаты достигнуты при 18-часовой обработке ИУК, ИМК, ДМСО и оптимальных сроках черенкования (10-15 июля). Обработки этими регуляторами позволили повысить укореняемость растений почти вдвое по сравнению с контролем и сформировать хорошо развитую корневую систему, индуцировать образование побегов надземной части растений, значительно ускорить их рост.

Таблица 15.7

**Влияние регуляторов роста на развитие корневой системы и надземной части робинии при оптимальных сроках черенкования (средние данные за 1990-1994 гг.)**

Вариант	Укоренение, %	Среднее количество корней, шт	Средняя протяжённость корней, см	Среднее количество побегов, шт	Средняя длина побегов, см
ИУК-100 мг/л	88,5	7,5	42,5	3,9	3,9
ИМК-60 мг/л	85,0	7,6	35,5	3,0	3,2
АБК-30 мг/л	75,5	6,8	29,8	2,8	3,0
ДМСО-800 мг/л	85,0	8,6	57,5	3,2	3,0
Контроль	48,5	0,7	17,0	1,3	2,6
НСР <sub>95</sub>	12,5	1,9	9,8	0,6	0,9

После перезимовки укоренённых черенков и их пересадки в школу наблюдается отпад растений. Установлено, что черенки, укоренённые в ранние сроки и пересаженные в летний период, к осени успевают прижиться, образовать прирост и достаточно опробковевшую корневую систему, успешно перезимовать.

В последние годы в защитном лесоразведении на орошаемых



землях широкое распространение получил *дуб пирамидальной формы*, который при семенном размножении не всегда сохраняет материнский габитус. Выращивание саженцев дуба пирамидального из зелёных черенков в нестационарной плёночной теплице с мелкокапельным орошением, режим которого обеспечивает образование постоянной водной плёнки на поверхности листовой пластинки, даёт высокий процент укоренения. Лучшими субстратами для укоренения являются торф и смесь его с песком или мелким керамзитом в соотношении 2:1. Благоприятный микроклимат складывается при повторении мелкокапельного орошения через 40-60 мин при 30-40-секундном включении установки. При таком режиме температура воздуха не превышает 28-30°C, субстрата 26-28°C. Для заготовки черенков берутся побеги с заложившейся апикальной почкой и нормально развитыми верхушечными листьями. Оптимальная длина черенка 7-10 см, глубина посадки 0,7-1,0 см при плотной схеме посадки 5x5 см. При соблюдении перечисленных условий черенки, вычлененные от растений в возрасте 1-6 лет, после предварительной обработки ИМК-50 мг/л, ИУК – 100 мг/л или ростовой пудрой укореняются на 90-100%; черенки, полученные от 20-25-летних растений, при обработке ростовой пудрой укореняются на 70%.

#### 15.1.12. Размножение прививкой

Побегопроизводительная способность старых маточных деревьев всех видов обычно ослаблена и основным способом их вегетативного размножения является прививка.

Наибольшее применение в отечественной и зарубежной практике при вегетативном размножении *дуба черешчатого* получил способ прививки его черенков на молодые подвои. Опыт по его прививкам в условиях экологического оптимума имеется. Большинство авторов отмечают, что лучшая, хотя и довольно низкая, приживаемость черенков дуба достигается при прививке "в мешок" на 3-6-летних дубках в период интенсивного роста побегов. Низкая приживаемость обусловлена биологией дуба (наличие дубильных веществ в коре и древесине, позднее начало вегетации, короткий период роста). В сухостепной зоне эти работы практически не проводились. Необходимо было разработать эффективную технологию прививок дуба применительно к специфике селекционной работы в этом регионе.

Закладка клоновых ЛСП дуба осуществляется двумя способами:

прививкой черенков плюсовых деревьев на подвой, выращенные на постоянном месте, и посадкой сеянцев с закрытой корневой системой, привитых в условиях питомника.

*Прививку на подвой с закрытой корневой системой* выполняли в ОПХ ВНИАЛМИ (г. Волгоград), Новоаннинском лесхозе на 2-3-летний подвой, выращенный в полиэтиленовых пакетах из желудей от плюсовых деревьев. Черенки заготавливали с тех же деревьев в марте и хранили в холодильнике. Прививали в 1-й декаде мая тремя способами: в боковой зарез, вприклад (по Е. П. Проказину) и врасщеп верхушечного побега. Каждый из них имел 4-5 модификаций. Обвязка – полихлорвиниловая лента.

Приживание черенков наблюдалось в первой декаднейке. Через месяц число живых прививок стабилизировалось и были сняты колпачки и обвязка. Низкая приживаемость и сохранность отмечены на вариантах врасщеп и в боковой зарез без обрезки кроны (15-35%), лучшая – на варианте вприклад в модификации с обрезкой кроны и изоляцией полиэтиленовым пакетом (90%).

В условиях г. Волгограда испытывались способы "в мешок" по Б. М. Сидорченко; улучшенная копулировка, применяющаяся в плодоводстве; вполуприклад за кору. Последний способ – модификация метода вприклад, при которой кора у подвоя не удаляется, а прижимается к камбию черенка с внешней стороны. На первом варианте подвой обрезался на уровне корневой шейки, на других – примерно на середине высоты. Все прививки защищались полиэтиленовыми колпачками.

Лучшие приживаемость и сохранность получены на варианте вполуприклад за кору (80%), что связано с обеспечением наибольшей площади контакта между прививочными компонентами (табл. 15.8). На

Таблица 15. 8

### Эффективность прививок дуба

Способ прививки	2-летний подвой с закрытой корневой шейкой			3-8-летний подвой в ЛСП		
	приживаемость, %	сохранность, %	годовой прирост, см	приживаемость, %	сохранность, %	годовой прирост, см
"В мешок"	12	8	19,8±0,6	64	49	83,5±6,6
Вприклад	64	56	18,4±0,4	76	60	54,7±6,5
Вполуприклад за кору	80	70	19,1±0,4	84	70	79,1±5,8
Улучшенная копулировка	64	60	20,4±0,8	79	67	83,5±4,5

втором и четвёртом вариантах получены вполне удовлетворительные результаты (64%). Способ "в мешок" на 2-летних подвоях оказался неудачным, подвой по толщине не соответствовал размерам черенков.

Способы вполуприклад за кору и вприклад можно рекомендовать при весенней прививке на 2-летние подвои с закрытой корневой системой с последующим их переносом на ЛСП.

*Прививки на постоянном месте* проводили в клоновом архиве на 3-8-летние подвои с защитой колпачками способами "в мешок" на штамбе; за кору на штамбе; вприклад сердцевинной на камбий; вполуприклад за кору. Первые два варианта применялись на 6-8-летних подвоях, два последних – на 3-4-летних.

Наиболее эффективным оказался способ вполуприклад за кору на 3-летних подвоях и за кору на штамбе на 6-летних дубках. На крупных подвоях прививки росли более энергично (табл. 15.9), в этом случае удалось избежать трещин на коре и обеспечить надёжное срастание. Сохранность прививок снижалась с увеличением штамба, что вызвано повреждаемостью высоких прививок ветром. Лучшие результаты получены при проведении прививочных работ в период интенсивного

Таблица 15.9

**Рост и сохранность прививок дуба при разной толщине подвоя**

Способ прививки	Диаметр подвоя на высоте прививки, см	Сохранность, %	Годичный прирост, М± m, см
Вприклад	до 1,0	60	44,7± 6,6
	1,1-1,5	57	53,8±6,3
	1,6-2,0	63	79,1±5,8
" В мешок"	до 3,0	46	63,5±6,6
	3,1-5,0	49	82,8±4,5
	5,1-6,0	52	95,0±7,4

роста побегов у подвоя, когда хорошо отделяется кора от древесины.

Более результативными (66-84%) оказались прививки одревесневшими и зелёными черенками на 4-7-летних подвоях, выполненные в 3-й декаде апреля и начале мая. Эти сроки прививки для условий сухой степи следует считать оптимальными. Летние сроки целесообразно применять

при ремонте и дополнении весенних прививок. Прививки зелеными черенками обеспечивают приживаемость до 44% и также могут применяться при отсутствии одревесневших черенков.

Однако хорошо сохраняются и зимуют только майские и июньские прививки, а июльские и августовские, не успевающие дать прирост, погибают.

Наиболее плотное совмещение черенка с подвоем происходит в

нижней части "мешка". Выше контакт между тканями подвоя и черенка нередко прерывается – образуются пустоты. Поэтому плотное совмещение тканей достигается при оптимальных размерах черенка и подвоя, что обуславливает дифференцированный выбор способа прививки в соответствии с конкретными объектами работы (табл. 15.10).

Энергичный рост прививок в высоту происходит через 15-20 дней, а через 25-30 дней наблюдается усиленный прирост по диаметру. В этот период необходимо удалять обвязку и одновременно подвязывать неодресневевшие побеги к кольям во избежание выламывания их ветром.

Таблица 15.10

**Рекомендуемые способы прививки дуба в зависимости от размера подвоя**

Возраст подвоя, лет	Диаметр подвоя на уровне прививки, см	Способ прививки	Оптимальная толщина черенка привоя, мм
2-3	0,5-1,0	Вприклад	2-4
3-5	1,1-3,0	Копулировка	5-7
		Вприклад	5-7
		"В мешок"	2-3
		За кору	3-5
5-7	3,1-5,0	"В мешок"	2-5
		За кору	5-7
7 и более	5,1 и больше	" В мешок"	3-5
		За кору	5-7

Технология вегетативного размножения *сосны обыкновенной* для сухостепной зоны до настоящего времени не разработана, в частности, не установлены оптимальные сроки прививок и заготовки привойного материала, способы защиты привоев от неблагоприятных факторов и т. д. Оптимальные сроки заготовки одревесневших черенков устанавливали по их приживаемости и при одном режиме хранения – в снежном бурте.

Согласно литературным данным, наиболее эффективным способом прививки сосны является метод вприклад сердцевинной на камбий, разработанный Е. П. Проказиным в 1961 г. Этот способ считается для хвойных наиболее успешным. Его испытывали на 3-5-летнем подвое при разных сроках заготовки черенков и проведения прививок (табл. 15.11).

Черенки декабрьской и январской заготовки имели самую низкую приживаемость, наиболее высокую – мартовской и апрельской заготовки. Прививки зелеными черенками, заготовленными перед прививкой с начала мая до начала июня, ткани которых ещё не сфор-

Таблица 15.11  
**Эффективность сроков заготовки черенков и проведения прививок сосны (средние за 1978-1980 гг.)**

Срок заготовки черенков	Приживаемость, %, при сроках прививки			
	5-10 апреля	5-10 мая	20-25 мая	5-10 июня
Декабрь	24	24	20	-
Январь	24	20	20	16
Март	36	60	60	56
Апрель	44	72	72	68

мировались, дали положительные результаты: приживаемость при этом методе была несколько выше (1979 г.) или одинаковой (1980 г.) по сравнению с прививкой одревесневшими черенками.

Лучшая приживаемость зелёных черенков объясняется более быстрым срастанием с подвоем физиологически активных клеток несформированных

мировавшихся коры, луба и древесины. Прививку зелёными черенками можно начинать по достижении прироста 5-10 см и заканчивать при начальной стадии одревеснения – примерно с 10 мая по 1 июня в диапазоне суммы активных температур 150-500°C.

Перспективным приёмом вегетативного размножения, позволяющим за короткий срок получить массовое количество посадочного материала от ценных бессемянных форм, является также *микрклональное размножение*. Г. П. Архангельской (ВНИАЛМИ) разработана методика микрклонального размножения робинии, караганы и дуба с пирамидальной формой кроны, отличающихся быстротой роста и устойчивостью к абиотическим факторам среды. Используется для получения вегетативного потомства уникального ценного селекционного материала, произрастающего в природе в ограниченном или единичном количестве. Для защитного лесоразведения, например, исключительную ценность представляют мутантные формы отдельных пород, используемых в трудных условиях произрастания (пирамидальные формы дуба, робинии, караганы, груши; бесколочковая форма гледичии, боярышника, облепихи и пр.). Методика ВНИАЛМИ по микрклональному размножению содержит следующие этапы работ: введение в культуру, массовое размножение (пролиферация), укоренение и адаптация к нестерильным условиям.

Этап введения в культуру включает получение первичных эксплантов, их стерилизацию и индукцию первичных побегов. В качестве эксплантов используют узловые сегменты длиной 10-20 мм с одной пазушной почкой, нарезанные из полуодревесневших побегов. Стерилизация исходного материала производится тексанитом или сулемой с предварительной обработкой 96%-ным этанолом и фундазолом. Для индукции

первичного побегообразования применяют базовые питательные среды с добавкой цитокининов или цитокининов с ауксинами (табл. 15.12).

Таблица 15.12.

**Базовые среды и биоактивные препараты  
для микроклонального размножения отдельных древесных видов**

Древесные виды (форма пирамидальная)	Этапы микроразмножения	Базовые среды	Биоактивные стимуляторы и их дозы, мг/л
Робиния (сегменты побегов)	Первичное побегообразование	Мурасиге – Скуга	БАП-0,4-0,5+ИМК-0,05-0,1
	Пролиферация	Халупа Мурасиге – Скуга	БАП-0,1-0,2
	Укоренение в пробирке	Грессхофф – Дойа Мурасиге – Скуга	ИМК-0,3+НУК-0,1; 1,0 ИМК+0,5% активированного угля
Карагана (сегменты побегов)	Первичное побегообразование	Мурасиге – Скуга Халупа	БАП-0,2-0,8+ИМК-0,1
	Пролиферация	Мурасиге – Скуга Халупа	Январь – май: БАП-1,0 + кинетин-1,0 + ИМК-0,1; июнь – июль: БАП-0,1 + кинетин-0,1; август – сентябрь: БАП-0,5+Гб-1,0 + ИМК-0,1; октябрь – декабрь: БАП-2,0 + кинетин-1,0 или БАП-0,8 + ИМК-0,1
	Укоренение в пробирке	Мурасиге – Скуга Грессхофф – Дойа	ИМК-0,3+НУК-0,1; 1,0 ИМК+0,5% активированного угля
Дуб (стерильные проростки)	Первичное побегообразование	Мурасиге – Скуга Виетеза (А)	БАП-0,3-0,6
	Пролиферация	Виетеза (С, Д) Мурасиге – Скуга	БАП-0,1-0,2 БАП-0,2-0,4
	Укоренение в пробирке	Виетеза (С, Д)	Предпосадочная обработка микропобегов ИМК-1,0 -2 мин ИМК-0,3+НУК-0,1

*Примечание: БАП – бензиламинопурин, ИМК – индолилмасляная кислота, НУК – нафтилуксусная кислота, Гб – гиббереллин.*

Индукцированные побеги используют на этапе пролиферации – непрерывного процесса образования новых побегов и пересадки их на свежие питательные среды. Круглогодичное массовое образование

микроробегов осуществляется при оптимальной концентрации и сочетании гормонов, однако наибольшая активность процесса микро-размножения наблюдается в весенне-летний период.

Укоренение микроробегов проводится на питательных средах с регуляторами роста ауксиновой природы или на безгормональных средах с предпосадочной обработкой микроробегов ауксинами. Через 25-30 дней укоренившиеся микроробеги пересаживают в торфоперегнойные горшочки со смесью торфа и перлита в соотношении по объёму 1:1 и помещают в теплицу с мелкокапельным орошением при относительной влажности воздуха около 90% и температуре + 25°C. В первые 7-10 дней листья растений постоянно должны быть покрыты плёнкой воды. Затем число поливов сокращают, а через 20-25 дней растения пересаживают в открытый грунт, где почву поддерживают во влажном состоянии, а растения подкармливают мочевиной или комплексными удобрениями.

Заключая вышеизложенное, следует отметить, что организация ПЛСБ и научная организация питомнического дела для целей защитного лесоразведения в засушливых регионах имеют особо важное значение, так как решают коренной вопрос степного лесоразведения – повышение жизнеспособности, мелиоративного эффекта и долговечности искусственных насаждений.

## 16. МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ В ЗАЩИТНОМ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИИ

Многообразие ландшафтных, лесорастительных и хозяйственных условий, в которых создаются ЗЛН, а также значительный объем и трудоемкость работ при их выращивании и эксплуатации обуславливают применение различных средств механизации.

Исследования и разработки таких средств взамен ручного труда ведутся с давних времен. В прошлом столетии наиболее значимые работы в этой области были выполнены М. И. Чашкиным, А. Н. Недашковским, И. М. Зимой, Т. Т. Малюгиным, А. И. Барановым, П. С. Нартовым и др. Под руководством М. И. Чашкина во ВНИАЛМИ впервые были разработаны технологии механизированного выращивания посадочного материала в лесопитомниках, закладки и содержания лесонасаждений на полях, склонах и песках, создана широко известная лесопосадочная машина СЛЧ-1. Особое развитие средства механизации защитного лесоразведения получили после Постановления ЦК ВКП(б) и СМ СССР от 20 октября 1948 г. С 1957 г. разрозненные технологии и технические средства были объединены в технологические комплексы, на основе которых на определенные периоды времени стала разрабатываться и реализовываться "Система машин для комплексной механизации лесного хозяйства и защитного лесоразведения". С 60-х годов основные исследования и разработки по механизации защитного лесоразведения вели сотрудники ВНИАЛМИ А. В. Селезнев, А. П. Шадрин и Г. Г. Полосухин, с 70-х годов – И. М. Бартенев, Ю. М. Жданов, С. В. Терехин, В. Н. Хорошавин, М. П. Климов и Ю. А. Мясников. В этот период были выполнены крупные теоретические и экспериментальные исследования и разработки по сбору плодов с деревьев и выращиванию посадочного материала, созданию рабочих органов плугов, сеялок, лесопосадочных машин, культиваторов, средств механизации рубок ухода и реконструкции лесонасаждений; созданы перспективные технологии и на их базе – целый ряд новых рабочих органов и машин, защищенных авторскими свидетельствами и патентами на изобретения.



## **16.1. Агролесомелиоративное районирование РФ для применения технологий и средств механизации**

Обширность территории РФ с многообразием лесорастительных, климатических и хозяйственных условий предопределяет необходимость дифференциации технологий и средств механизации работ.

При разработке системы технологий и машин для комплексной механизации лесного хозяйства и защитного лесоразведения на 2001-2005 гг. и на дальнейшую перспективу принято районирование территории Российской Федерации, разработанное Н. П. Калиниченко и С. А. Румянцевой, согласно которому вся территория подразделяется на четыре региона: 1 – Европейско-Уральская часть России, 2 – Западная Сибирь, 3 – Восточная Сибирь, 4 – Дальний Восток. В границах каждого из них с учетом природно-климатических, ландшафтных и других условий выполнено деление на зоны, а в пределах зон на подзоны, районы.

Сочетание почвенно-климатических факторов определяет вид насаждений, условия выполнения технологических операций при агротехнических и лесоводственных уходах за ними и применяемые комплексы технических средств.

Далее рассматривается лишь крайне нуждающийся в защитном лесоразведении регион Европейско-Уральской части России. Каждая зона региона (1.4 – лесостепная; 1.5 – степная; 1.6 – сухостепная и полупустынная) обладает определенным комплексом природно-климатических, почвенных и производственных условий, предопределяющих конкретные задачи, технологии и механизацию производственных процессов: зона 1.4 – проведение рубок ухода в имеющихся насаждениях; механизация работ по созданию искусственных насаждений из главных пород дуба, березы, липы, сосны и др., а также систем противоэрозионных насаждений; зона 1.5 – проведение реконструктивных и лесовозобновительных рубок ухода; создание ЗЛН всех видов и категорий; зона 1.6 – механизация работ по выращиванию и формированию рубками ухода пастбищезащитных лесных полос, древесных зонтов, мелиоративно-кормовых, затишковых, прифермских насаждений, а также (в определенных условиях) культур сосны и белой акации.

## **16.2. Система технологий и машин для комплексной механизации лесного хозяйства и защитного лесоразведения**

Под "Системой технологий и машин" понимается совокупность регистров базовых технологий, включающих наименования последо-

вательно выполняемых операций определенными видами машин и технических средств с их конструктивными и эксплуатационными характеристиками и технико-экономическими показателями.

### 16.2.1. Регистры базовых технологий и технических средств в лесном хозяйстве и защитном лесоразведении

Рассматриваемые регистры (табл. 16.1) в основном охватывают все технологические процессы создания и содержания ЗЛН при лесомелиорации агроландшафтов и состоят из 10 разделов: 1. Переместительные и транспортные работы; 2. Сбор и обработка лесных семян; 3. Выращивание посадочного материала; 4. Лесовосстановление; 5. Защитное лесоразведение; 6. Рубки ухода за лесом и защитными насаждениями; 7. Лесоосушительная мелиорация; 8. Профилактика и тушение лесных пожаров; 9. Борьба с вредителями и болезнями леса; 10. Лесная таксация.

Для понимания сути этих регистров в табл. 16.1 приводится их форма и часть технологических операций с техническими средствами, с помощью которых они выполняются.

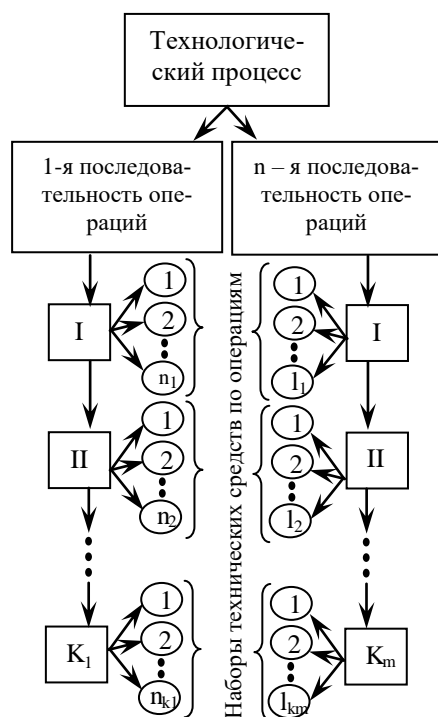
Таблица 16.1

#### Федеральный регистр базовых технологий защитного лесоразведения

5.01. Базовые технологии создания ПЗЛП						
ШБТ 5.01.01. Создание ПЗЛП и куртинных насаждений в неорошаемых условиях					Зоны использования 1.4, 1.5, 1.6	
Технологические операции	Технические средства	Технико-экономические показатели технологической операции и базовой технологии в целом				
		себестоимость, руб/га	затраты труда, чел·ч/га	расход топлива, кг/га	удельная металлоемкость, кг/га	уровень механизации, %
1. Лушение стерни на глубину до 12 см	ДТ-75, ДС4 + ЛДГ-10	21,79	0,10	1,5	1,2	100
2. Рыхление дернины многолетних трав на глубину до 12 см (только для зон 1.4, 1.5)	ДТ-75, ДС4 + БДТ-3,0 М	120,50	0,60	8,2	1,0	100
3. Основная обработка почвы сплошными полосами и полосами с разрывами 50-150 м (при куртинном размещении насаждений)	ДТ-75, ДС4 + ПЛН-4-35	208,95	1,00	14,8	0,7	100

## 16.2.2. Оптимизация технологических процессов в защитном лесоразведении

Для рентабельного и высококачественного выполнения технологических процессов в защитном лесоразведении применяются различные комплексы машин. Разработку таких комплексов с целью их оптимизации целесообразно проводить системно с использованием математического моделирования.



16.1. Структурная схема технологического процесса  
питомниках аридных территорий.

Граф технологического процесса включает все агротехнические операции с указанием путей и средств механизации их возможной реализации. Вершины графа соответствуют средствам механизации, ребра графа указывают последовательность выполняемых операций. Задача состоит в отыскании кратчайших путей выполнения технологического процесса при использовании различных комплексов технических средств.

Реализация графовой модели по определенным критериям оптимизации в общем виде выглядит так:

Общая теория системных исследований подробно раскрывается в работах Л. Ф. Бер- таланфи, Н. Венера, У. Р. Эшби, О. Ланге и др. Применительно к сельскому хозяйству пути системного подхода наметил Э. И. Лип- кович, используя для этого теорию графов (Э. И. Липкович, 1983).

Согласно его методике, любой техно- логический процесс в защитном лесоразве- дении можно представить в виде много- уровневой структуры, состоящей из агро- технических операций и набора машин и агрегатов (рис. 16.1).

Формализацию такого процесса можно выразить в виде графа

$$GR(\{x\}, \{K\}), \quad (16.1)$$

где  $\{x\}, \{K\}$  – множество соответствен- но вершин и дуг.

Для примера рассмотрим технологию выращивания однолетних семян в лесо-

$$\sum_{i=1}^n P_i = \min, \quad (16.2)$$

где  $P_i$  – критерий оптимизации.

Для всесторонней оценки технологических комплексов машин можно использовать систему ранжированных критериев: по приведенным затратам и затратам труда на единицу выработки, по материалоемкости и др.

При оптимизации лесомелиоративных технологических комплексов для выращивания ЗЛН, как наиболее значимый, просто определяемый и стабильный, принят критерий затрат труда. Расчет его проводится по формуле

$$T = \frac{(L_1 + L_2 + \dots + L_i)n}{8W_{см}}, \quad (16.3)$$

где  $L_1, L_2, \dots, L_i$  – количество рабочих;  $W_{см}$  – сменная производительность;  $n$  – количество операций.

На основании рассмотренного метода оптимизации процессов в защитном лесоразведении и лесном хозяйстве разработано большинство базовых технологий, вошедших в систему технологий и машин на период 2001-2005 гг.

### 16.3. Технические средства для защитного лесоразведения

Используемые в технологиях технические средства включают машины, предназначенные непосредственно для лесомелиорации, лесного хозяйства и заимствованные из других смежных отраслей – растениеводства, мелиорации и др. В федеральном регистре базовых технологий даются как новые, так и морально устаревшие, но еще имеющиеся в ряде хозяйств страны машины. Все приводимые средства механизации сведены в Федеральные регистры технических средств, используемых при выращивании посадочного материала, создании ЗЛН и др. Пример формы таких регистров приведен в табл. 16.2.

#### 16.3.1. Исходные требования к машинам и механизмам для защитного лесоразведения

К любому техническому средству, предназначенному для выполнения определенных операций в технологических процессах создания и содержания ЗЛН, предъявляются лесоводственные, технические, эксплуатационные и экономические требования, которые в целом называются исходными. Они включают следующие разделы:

Таблица 16.2

## Федеральный регистр технических средств защитного лесоразведения

Регистрационный номер	Наименование и марка машины (оборудования). Сведения о сертификации	Предприятие-изготовитель, состояние производства	Назначение. Шифр базовой технологии, зоны использования	Техническая характеристика (основные параметры)	Приоритетность. Рекомендации
3.1.02	Плуг-луцильщик садовый ПЛС-5-25. Плуг-луцильщик навесной ПЛН-5-25. Сертифицирован	З-д "Алтайсельмаш", ПР	Лушение стерни, предпосевная обработка и отвальная пахота. ШБТ:3.01 ЗИ: 1.5, 1.6, 4.3-4.11	Агрегатируется с тракторами класса тяги 3,0 М = 0,455 т В = 1,25 м h – до 18 см W = 0,6-1,0 га/ч	Первая. Оставить в производстве

*Примечание. М – масса изделия; В – ширина захвата; h – глубина обработки; W – производительность; ПР – производство; ШБТ – шифр технологии; ЗИ – зоны использования.*

1 – назначение, 2 – место в "Системе машин", 3 – зоны применения, 4 – условия работы, 5 – показатели качества технологического процесса, 6 – показатели качества изделия, 7 – экономические требования, 8 – срок действия исходных требований, 9 – разработчик исходных требований.

### 16.3.2. Средства механизации для сбора, обработки и хранения лесных семян (плодов)

Для массового производства (заготовки) лесных семян с ценными наследственными свойствами и высокими посевными качествами создаются лесосеменные плантации. В перспективе на лесосеменных плантациях должен заготавливаться весь объем семян, необходимых для выращивания ЗЛН.

Действующей системой технологий и машин сбор, переработку и хранение семян предусматривается проводить двумя комплексами машин: первый – для сбора и обработки плодов хвойных, второй – лиственных видов.

Комплекс машин по заготовке семян хвойных видов включает подъемники ОСШ-1 и ПСШ-1, монтируемые на тракторах соответ-

ственно Т-16М и ЛХТ-55, с которых проводится ручной сбор шишек; сушилки ШС и ШП-0,06 для извлечения семян; семяочистительные машины МОС-1А и АМО-5 для обескрыливания, очистки и сортировки семян.

Лиственные породы отличаются большим разнообразием жизненных форм, технологических и механических свойств плодов, поэтому комплекс машин для их сбора, обработки и хранения разбит на 4 подгруппы.

Первая подгруппа машин предназначена для сбора сочных семечковых и косточковых плодов. Технологический процесс сбора плодов (отряхивание, улавливание, очистка от примесей, затаривание) проводится машиной МПУ-1А с вибрационным отряхивающим устройством, разработанной для садоводства. Все другие операции – промывка плодов, измельчение, отмывка выжимок, измельчение плодов, извлечение косточек, просушивание семян и косточек – проводятся машинами для садоводства и овощеводства.

Вторая подгруппа машин предназначена для сбора сочных плодов (ягод) с кустарников. Технологический процесс сбора плодов осуществляется ягодоуборочной машиной с кронным отряхиванием. Другие операции, как и в первой подгруппе, осуществляются машинами для садоводства и овощеводства.

Третья подгруппа машин предназначена для сбора, обработки и хранения сухих плодов с деревьев и кустарников. Технологический процесс сбора плодов осуществляется машиной МСП-1, разработанной во ВНИАЛМИ, в которой срыв плодов проводится воздушной турбулентной струей, а их подбор с подготовленной поверхности – пневматическим всасывающим коллектором. Выделение семян из плодов и их очистка проводятся разработанной ВНИАЛМИ семяочистительной машиной МОВС-1, которая может использоваться в мобильном и стационарном варианте, и серийной МОС-1А (в стационарном варианте) для дополнительной очистки семян.

Четвертая подгруппа машин предназначена для сбора и обработки сухих плодов с полукустарников и низкорослых кустарников. Технологический процесс сбора осуществляется пневмомеханической машиной ПСМ-3, в которой очесывание кустов производится ротором с вращающимися эластичными лопастями, а улавливание сорванных плодов – всасывающим пневматическим коллектором. Для выделения семян и очистки от примесей применяют семяочистительную машину МОВС-1.

Более подробно базовые технологии и технические средства для сбора, обработки, хранения семян описаны в журнале "Лесохозяйственная информация" (Л. Н. Прохоров, В. И Казаков, Ю. М. Жданов, В. Н. Хорошавин, 2004).

### 16.3.3. Основы теории машинного сбора лесных плодов

Из изложенных выше рекомендаций по использованию различных технических средств для машинного сбора плодов лиственных видов древесных растений следует, что в настоящее время нашли применение 4 способа срыва и улавливания плодов: пневматический для срыва плодов турбулентной воздушной струей; пневматический для улавливания плодов всасывающим коллектором; вибрационный (штамбовый и кронный) для срыва плодов; механический для очесывания древесных растений.

Машинные способы сбора плодов стали применяться относительно недавно и еще недостаточно теоретически проработаны. Это касается прежде всего пневматических и вибрационных способов уборки.

При пневматическом способе снятия плодов сила воздействия воздушной струи на плод шаровидной формы определяется по формуле Ньютона:

$$P = K F V^2 \rho, \quad (16.4)$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от характера движения струи (ламинарное или турбулентное движение);  $F$  – миделево сечение плода;  $V$  – скорость воздушной струи;  $\rho$  – плотность воздуха.

При пластинчатой форме плода, что имеет место при сборе сухих плодов, формула приобретает вид

$$P = \psi K F V^2 \rho, \quad (16.5)$$

где  $\psi = 5$  – поправочный коэффициент формы плода.

Сила воздействия воздушной струи на отрыв плодоножки от ветви в значительной степени зависит от угла отклонения направления струи от вертикали. Экспериментами установлено, что при отклонении струи от вертикали (в направлении против роста плодоносящей ветки) на 70-90% усилие связи плодоножки с веткой уменьшается в 2-2,5 раза.

Наибольшим по значению фактором, определяющим эффективность отрыва плодов, является правильный подбор параметров воздушного потока, генерируемого вентилятором высокого давления.

Каждая точка воздушной струи имеет свою скорость. Скорость

потока воздуха в произвольной точке струи определяется по формуле Г. М. Абрамовича (В. Н. Хорошавин, В. Г. Юферев, 2001):

$$V = \left( \frac{0,96V_o}{\frac{2ax}{D_o} + b} \right) \left[ 1 - \left( \frac{y}{cax} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^2 \text{ м/с,} \quad (16.6)$$

где  $V_o$  – средняя скорость потока воздуха в начальном сечении, м/с;  $D_o$  – диаметр струи в начальном сечении (на выходе из сопла), м; безразмерные коэффициенты  $a = 0,07-0,08$ ;  $b = 0,29$ ;  $c = 3,4$ ;  $x$  – расстояние по оси струи от среза сопла, м;  $y$  – расстояние от оси струи, м.

Скорость потока воздуха в начальном сечении, отражающая требования сохранения энергии, выражается уравнением (Ю. А. Мадорский, Э. В. Раввинский, 1959):

$$V_o = \sqrt{\frac{2k}{k-1} RT_B \left[ 1 - \left( \frac{P_H}{P_B} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}, \quad (16.7)$$

где  $k$  – показатель адиабаты (для воздуха 1,4);  $R$  – газовая постоянная (для воздуха 287 Дж/кгК);  $T_B$  – температура воздуха на выходе из вентилятора, °К;  $P_H$  – атмосферное давление, Па;  $P_B$  – давление воздуха на выходе из вентилятора, Па.

По уравнению неразрывности потока определяется диаметр сопла (диаметр струи в начальном сечении

$$D_o = \sqrt{\frac{4G}{\frac{\pi V_o P_B}{RT_B} \left( 1 - \frac{V_o^2}{\frac{2k}{k-1} RT_B} \right)^{\frac{1}{k-1}}}}, \quad (16.8)$$

где  $G$  – секундный расход воздуха, кг/с.

Уравнения (16.6)-(16.8) образуют обобщенную математическую модель "источник питания – турбулентная воздушная струя", позволяющую определять возможности пневматического отрыва плодов.

При использовании на подборе плодов с поверхности почвы пневматического способа (всасывающим коллектором) возникает необходимость расчета скорости воздушного потока в пространстве, ограниченном с одной стороны входным отверстием всасывающего коллектора, а с другой поверхностью почвы (рис. 16.2).

Для сбора плодов с относительно большой массой и жесткой кроной широко используется вибрационный способ срыва плодов. В



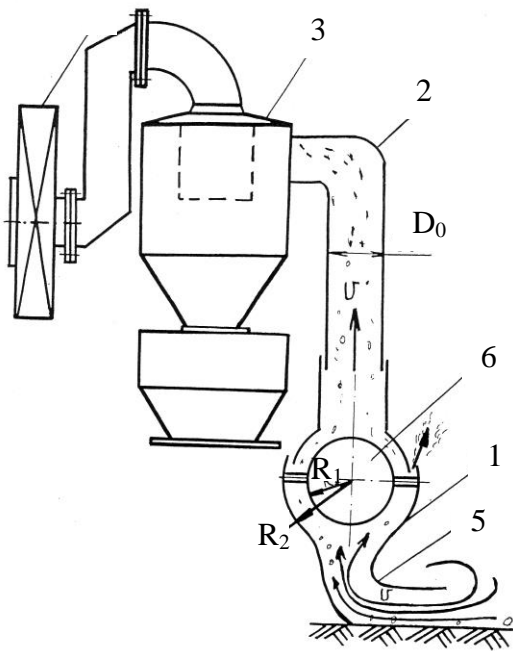


Рис. 16.2. Принципиальная схема сменного пневматического модуля для подбора плодов:

1 – подбирающая камера, 2 – воздухопровод, 3 – осаждающая камера, 4 – вентилятор, 5 – горизонтальный выступ, 6 – направляющий элемент

настоящее время находят применение два типа инерционных вибраторов с кривошипно-шатунным механизмом и эксцентрично расположенными вращающимися массами. Общий методический подход к определению возможности использования вибрационного способа может быть применен для расчета процесса отряхивания с любым вибратором.

При теоретических расчетах вибрационного способа съема плодов решаются две самостоятельные задачи: определение математической модели передачи вибрации от вибрационной установки к плодоносящей ветке и колебаний плода относительно точки подвеса плодоножки на ветке (рис. 16.3).

Уравнение движения дерева в месте обхвата на основании принципа

Даламбера можно выразить следующим образом (В. П. Варламов, 1976):

$$M\ddot{x} + K\dot{x} + Cx + m\omega^2 \cos \omega t = 0, \quad (16.9)$$

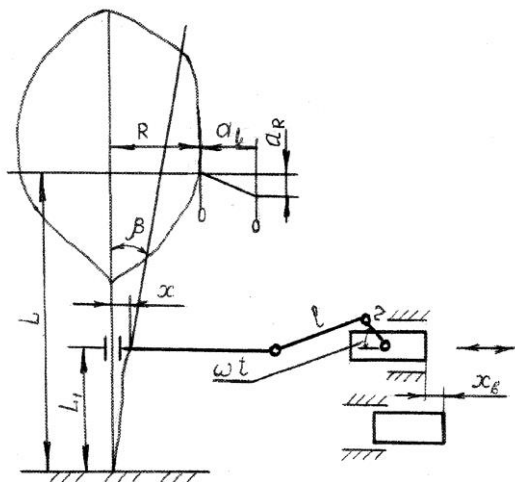
где  $M$  – общая масса системы;  $K$  – коэффициент демпфирования дерева;  $C$  – коэффициент упругости дерева;  $m$  – масса подвижных частей вибратора;  $\omega$  – частота возбуждаемых колебаний (круговая).

Масса всей системы состоит из суммы приведенной к месту захвата массы дерева, вибратора и деталей, связанных с деревом посредством захватов.

Амплитуда  $\alpha$  вынужденных колебаний в месте обхвата равна максимальному значению отклонения  $x$ :

$$\alpha = \frac{2mr}{\sqrt{(K^2 - M\omega^2)^2 + (C\omega)^2}}. \quad (16.10)$$

Рис. 16.3. Схема колебательной системы вибратор – плодоносящая ветка



В первом приближении можно использовать упрощенную формулу

$$\alpha = \frac{2mr}{M}. \quad (16.11)$$

Амплитуда колебаний плодоносящих веток на высоте  $L$  от поверхности почвы

$$\alpha_t = [\alpha + (L - L_1)\text{tg}\beta]\eta, \quad (16.12)$$

где  $\eta$  – коэффициент, учитывающий потери амплитуды в эластичных зажимах и при распространении деформаций от места обхвата до плодоносящих веток;  $L$ ,  $L_1$  – высота расположения соответственно ветки и захвата.

Амплитуда вертикальных колебаний ветки

$$\alpha_R = R\sin\beta = R \frac{\text{tg}\beta}{\sqrt{1 + \text{tg}^2\beta}}, \quad (16.13)$$

где  $R$  – расстояние от оси дерева до точки подвеса плода.

Усилия, возникающие при вертикальных колебаниях плодоносящей ветки, значительно меньше, чем при горизонтальных. Поэтому при определении усилий отрыва плода можно ограничиться лишь учетом горизонтальных колебаний точки подвеса плода. Инерционные силы, возникающие при этих колебаниях, отрывают плод от плодоносящей ветки.

Машина МОВС-1 осуществляет обмолот и очистку опушенных и крылатых семян (терескена, тамарикса, тополя, клена, вяза и др.) от околоплодников, крупных растительных остатков и посторонних примесей. До настоящего времени эта операция выполнялась вручную – перетираанием семян сквозь решета.

#### 16.3.4. Средства механизации работ в лесопитомниках

Во ВНИАЛМИ разработана базовая технология выращивания посадочного материала лиственных пород, из которых в основном создаются лесомелиоративные насаждения. Она включает, в свою очередь, три технологии: получение однолетних сеянцев, саженцев, укрупненного посадочного материала без перешколивания. Технические средства для этих целей делятся на несколько групп: для обработки почвы и внесения удобрений; посева семян и посадки сеянцев; агротехнических уходов; выкопки; сортировки; временного хранения и перевозки посадочного материала; борьбы с вредителями и болезнями.

Технические средства для обработки почвы и внесения удобрений полностью комплектуются из машин сельскохозяйственного

назначения и подробно описаны в системе технологий и машин для выращивания посадочного материала (И. М. Бартнев, Е. Г. Герусов, Ю. М. Жданов, 1987).

Машины для посева и посадки с шириной захвата 2,8 м работают по унифицированной схеме с образованием междурядий 70 см. К ним относятся сеялка СНС-2,8 (для семян терескена, джугуна, вяза, ясеня и др.) и сажалка для сеянцев и черенков. Обе они снабжены направляющими щелерезами для ориентированного движения агрегатов. Кроме того, сеялка имеет усовершенствованную почвообрабатывающую группу рабочих органов машины (сошник с увеличенной заглубляющей способностью, пневматические опорные и уплотняющие катки).

Для точного посева сыпучих семян по разработанной технологии рекомендуется применять пропашные пневматические сеялки в 4-рядном варианте. На сеялки дополнительно устанавливаются направляющие щелерезы. Кроме того, сеялки дополнительно комплектуются высевальными дисками для высева семян листовых пород. Особенности высева лесных семян по сравнению с семенами пропашных культур являются меньший интервал размещения растений и большое разнообразие семян по массе и размерам. Количество присасывающих отверстий находится по формуле

$$n = \frac{\pi D_{k(1+h)}}{it}, \quad (16.14)$$

где  $D_k$  – диаметр опорно-приводного катка высевающего аппарата, м;  $i$  – передаточное отношение привода высевающего диска;  $t$  – заданный интервал размещения растений, м;  $h$  – коэффициент скольжения опорно-приводного катка.

Диаметр присасывающих отверстий подбирается по двум критериям: удержание семян на высевающем диске под действием сил инерции, тяжести, подсасывания от вакуумного аппарата и непрохождение семян в присасывающее отверстие. Эти условия выражаются в виде неравенства

$$k \sqrt{\frac{4m(g + \omega^2 r)}{\pi \cdot p \cdot f}} < d < b_{\min}, \quad (16.15)$$

где  $d$  – диаметр присасывающего отверстия, м;  $m$  – масса семечки, кг;  $g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;  $\omega$  – угловая скорость вращения высевающего диска, с<sup>-1</sup>;  $r$  – радиус расположения присасывающих отверстий, м;  $p$  – разрежение вакуумного аппарата, Па;  $f$  – коэффициент трения семян о высевающий диск;  $k$  – коэффициент надежности

выполнения технологического процесса, учитывающий влияние неучтенных факторов (неплотное прилегание семян к отверстию, колебания присасывающего отверстия, дополнительные помехи перемещению семян с диском).

Из приведенного неравенства видно, что для каждого вида семян диаметр присасывающих отверстий может находиться в определенном диапазоне, что позволяет сгруппировать различные семена для работы с одним высевальным диском. Требуемые диаметры присасывающих отверстий сгруппированы следующим образом: смородина 1,0 мм; скумпия, бирючина 1,5; робиния, груша, яблоня 2,2; лох, липа, черемуха 3,0; вишня, гледичия 4,5 мм.

Для посадки сеянцев и черенков в лесопитомниках разработана посадочная машина (рис. 16.4) со сменными посадочными аппаратами соответственно для посадки сеянцев и черенков. Так же, как и сеялка, сажалка разработана в 4-рядном варианте с захватом 2,8 м и шириной междурядий 70 см. Сажалка снабжена системой полива и направляющими щелерезами для ориентированного движения агрегата. Для посадки сеянцев можно также использовать (с определенным переоборудованием) рассадопосадочные машины типа СКН-6.

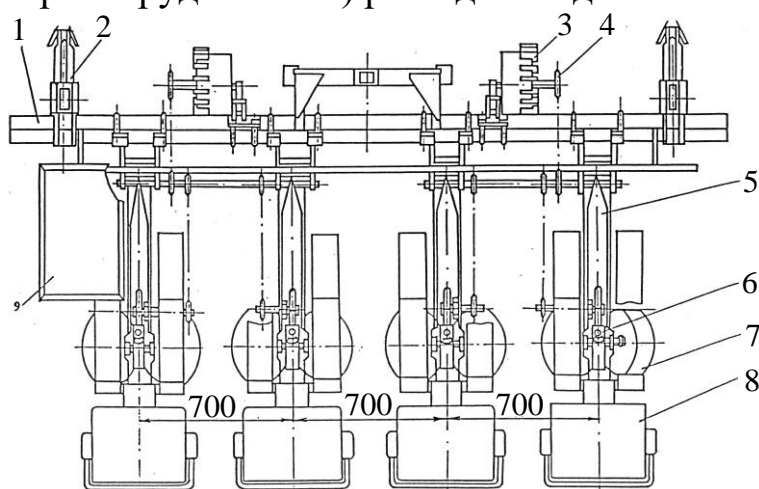


Рис. 16.4. Машина для посадки сеянцев и черенков:

1 – рама, 2 – щелерез, 3 – опорно-приводное колесо, 4 – привод высаживающего аппарата, 5 – сошник, 6 – высаживающий аппарат, 7 – уплотняющие катки, 8 – сиденье

При производстве посадочного материала в лесопитомниках наибольшие затраты труда связаны с борьбой с сорной растительностью и уборкой сеянцев и саженцев. Предлагаемые схемы посева и посадки позволяют максимально механизировать эти операции.

Для обработки почвы в междурядьях и защитных зонах посевов и посадок в лесопитомниках и подкормки растений на базе сельскохозяйственного культиватора КОН-2,8 разработан культиватор ККЛ-2,8, снабженный набором рабочих органов для выполнения этих операций, а также направляющими щелерезами, нарезающими борозды для ори-

ентированного движения последующих машин. Основной агротехнический эффект получается от использования пропалочных роторов от сельскохозяйственного приспособления ППР-5,6. Культиватор агрегатируется с тракторами МТЗ-80/82, его рабочая скорость 5-9 км/ч.

Уборка семян и саженцев, сортировка, хранение, подготовка и транспортировка – трудоемкие операции, и их механизация позволяет резко сократить затраты труда на производство посадочного материала.

В крупных питомниках наиболее перспективна комбайновая уборка семян, при которой одновременно проводятся выкопка семян, отряхивание корней от почвы, сортировка семян по высоте, формирование пучков и их обвязка.

За рубежом применяют два типа сеяноуборочных машин. В машинах первого типа имеется платформа для ручной укладки семян или сброса их в тару (формирование и обвязка пучков семян производятся на специальном станке). В машинах второго типа имеется сноповязальный аппарат, который формирует пучки семян и обвязывает их. В нашей стране по первому типу во ВНИИЛМ разработана выкопочно-выборочная машина ВВМ-1, по второму типу – во ВНИАЛМИ машина для уборки семян МУС-1.

В настоящее время для выкопки семян и саженцев при ширине междурядий 70 см применяют выкопочный плуг ВПН-2 и выкопочную машину ВМ-1,25. Хорошие результаты получены при использовании корнереза-копача ККС-2 (рис. 16.5), который снабжен двумя выкоп-

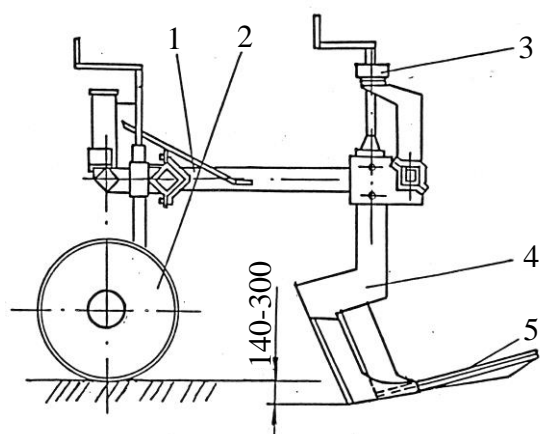


Рис.16.5. Машина для подрезки и выкопки семян ККС-2:

1 – рама, 2 – опорное колесо, 3 – механизм регулирования глубины, 4 – подрезающая скоба, 5 – удлинитель

очными скобами с шириной захвата 35 см каждая, позволяющими выкапывать два ряда одновременно, и съемным удлинителем с антифрикционным покрытием. При демонтаже удлинителей машина используется на подрезке корней укрупненного посадочного материала для получения мочковатой корневой системы.

Разработан также контейнер для временного хранения семян с вентиляционными отверстиями, в котором корни семян покрываются специальной смесью, состоящей из протравителя для пред-

отвращения заболеваний и полимеров для удержания влаги. Контейнеры можно использовать вместо кратковременных прикопов семян в питомнике, а также для их перевозки продолжительностью до 3 суток.

### 16.3.5. Средства механизации для выращивания ЗЛН

Технологии выращивания защитных насаждений включают в себя целый ряд операций, основными из которых являются обработка почвы, посадка и посев насаждений, агротехнический уход за ними и защита растений от болезней и вредителей. Для их выполнения применяются соответствующие технические средства.

#### 16.3.5.1. Машины и орудия для обработки почвы

Под лесонасаждения различного вида и назначения обработка почвы может проводиться по-разному: вспашкой с дополнительной обработкой и без нее, подготовкой террас (микротеррас) и площадок с обработкой почвы на них, глубоким (до 70 см) рыхлением с физической мелиорацией маловлагодоемких почвогрунтов, формированием водосборов для создания биогрупп древесных и кустарниковых растений и образованием влагонакопительных борозд и др.

*Для работы на равнине* обычно перед основной обработкой почвы проводят лушение стерни или рыхление дернины дисковыми орудиями, например лушильщиками ЛДГ-10. Их производительность до 10 га/ч, глубина обработки до 10 см, масса 2,45 т. Агрегируются они с тракторами класса 3,0. При сильной засоренности полей многолетними корнеотпрысковыми сорняками лушение проводят дважды с промежутком в две недели. На целине, залежи и многолетних травах дискование дернины выполняют дисковой бороной БДТ-3 в агрегате с трактором класса 3,0, ее производительность 2 га/ч, глубина обработки до 10 см, масса 0,7 т.

В настоящее время для основной и дополнительной обработки почвы под лесонасаждения используется широкий набор орудий. Это плуги общего назначения типа ПЛН-4-35, специальные плантажные ППН-50, ППУ-50А, ППН-40, ярусные ПТН-40, лесные ПКЛ-70, ПЛД-1,2, ПЛМ-1,3 и плуг-рыхлитель ПРН-40 (А. Н. Прохоров и др., 2004).

При создании ПЗЛП в лесостепи и на юге лесной зоны на почвах всех типов и подтипов с удельным сопротивлением 0,9-1,3 кгс/см<sup>2</sup> вспашку проводят на глубину 27-30 см с доуглублением до 35-40 см

плугами ПЛН-4-35, ПЛН-5-35 и ПЛН-6-35, оборудованными корпусами для обычной и скоростной вспашки, вырезными почвоуглубительными и безотвальными двухъярусными корпусами.

Вспашку на глубину до 35-40 см можно выполнять плугами ПН-4-40 (вместо ПН-3-40) и ярусными ПЧЯ-2-50, ПЧЯ-3-50, ПД-3-35, ПТН-40 и ПТН-3-40. Все эти плуги агрегатируются с тракторами класса 3,0, кроме ПТН-3-40, который агрегируется с тракторами класса 5,0.

Трехъярусный плуг ПТН-40 является одним из основных орудий обработки солонцовых почв под лесные полосы. Плуг имеет передний, основной и задний корпуса и черенковый нож. Передний и задний корпуса – с культурной поверхностью отвалов, а основной – с конической. При вспашке перевернутый верхний слой почвы остается на месте, нижний (третий) слой перемещается на место второго, а второй – на место третьего. Вспашка проводится на глубину до 40 см. Ширина захвата плуга 40 см.

Плуг ПТН-3-40 состоит из трех секций, подобных ПТН-40. Ширина захвата 1,2 м. Производительность до 0,8 га/ч.

Из специальных плугов при создании ПЗЛП с глубокой обработкой почв широко используют плантажные плуги как прицепные ППУ-50А, так и навесные ППН-50 и ППН-40.

В последние годы вместо плантажной вспашки все шире применяют глубокое рыхление почвы глубокорыхлителями. Выпускается несколько конструкций глубокорыхлителей. В качестве примера можно привести глубокорыхлитель ГРН-3, выпускаемый заводом "Красный Аксай" (г. Ростов-на-Дону). Глубокорыхлитель снабжен двумя типами рабочих органов: плоскорежущими лапами с глубиной обработки 25 см и рыхлительными ножами с глубиной обработки 50 см. Ширина захвата 3 м, рабочая скорость 2,5-7,0 км/ч.

Для накопления влаги в почве степной и сухостепной зон зимой на вспаханных под лесные полосы площадях проводят снегозадержание поделкой снежных валков снегопахом-валкователем СВУ-2,6 с опорными лыжами в агрегате с трактором класса 3,0.

*ЗЛН на овражно-балочных и горных склонах* создаются различными способами: без предварительного террасирования, но с обработкой почвы; террасированием и последующей обработкой почвы; выполаживанием крутых склонов и откосов оврагов; устройством траншей и площадок на склонах, где невозможно осуществление вышеприведенных способов обработки.

При выполаживании откосов оврагов и крутых склонов вначале

проводится вспашка почвы по обе стороны оврага полосами шириной 3-5 м, затем сдвигание вспаханного слоя бульдозерами в сторону от оврага на участках длиной 15-20 м, скалывание обнаженного подпочвенного слоя этими же бульдозерами до нужного профиля и равномерное распределение ранее сдвинутого верхнего плодородного слоя почвы по выположенной поверхности.

На склонах крутизной до  $7^\circ$  и несмытых почвах производится сплошная вспашка, а на склонах  $7-12^\circ$  – вспашка полосами шириной 4-10 м, при этом чем круче склон и больше опасность эрозии почвы, тем уже обрабатываемая полоса. На склонах крутизной  $13-20^\circ$  иногда нарезают борозды глубиной до 15 см с отваливанием пласта в обе стороны. Для задержания воды дно борозды рыхлят на глубину 30-50 см и оставляют метровые перемычки, расстояние между которыми 10-25 м.

Наиболее перспективным орудием при обработке почвы на тракторопроходимых склонах является плуг ПРН-40 (рис. 16.6).

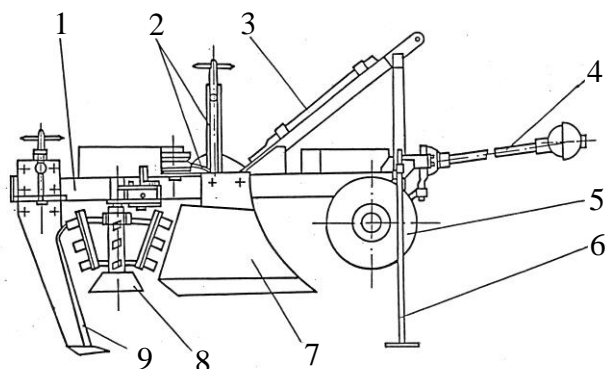


Рис. 16.6. Плуг-рыхлитель ПРН-40:

1 – рама, 2 – опорное колесо с механизмами регулирования, 3 – навеска, 4 – механизм привода роторного рыхлителя, 5 – дисковый нож, 6 – аутригер, 7 – лемешно-отвальный корпус, 8 – роторный рыхлитель, 9 – глубокорыхлитель

Навесной плуг-рыхлитель ПРН-40 предназначен для послойной глубокой подготовки почвы на склонах крутизной до  $12^\circ$  под ЗЛН. За один проход агрегата он выполняет вспашку на глубину 27-30 см и рыхление подпахотного слоя до 70 см, совмещает при этом основную и дополнительную обработку почвы. При движении агрегата корпус плуга заглубляется в почву, отрезает пласт, поднимает его вверх, поворачивает на угол  $80-90^\circ$  и подает на роторный рыхлитель, снабженный рабочими элементами в виде лопаток. При вращении рыхлитель ударяет лопатками о пласт, разделяет его на три слоя, сообщает им различные по величине вертикальные и горизонтальные скорости, перемещает верхний слой по отношению к нижнему с опережением и по наискратчайшей траектории, чем обеспечивается полный оборот почвенного пласта вверх по склону. Глубокорыхлитель рыхлит нижний подпахотный слой без выноса его на поверхность.

Углы, под которыми почвенные частицы выбрасываются лопат-



ками, определяются по формуле (И. М. Бартенев, Е. Г. Герусов, Ю. М. Жданов, 1987):

$$\alpha_i = 1/2(\pi + \beta_i), \quad (16.16)$$

где  $\alpha_i$  – угол между горизонтом и направлением полета частицы;  $\beta_i$  – угол между горизонтальной осью и прямой, соединяющей новое и прежнее положения частицы.

Сочетание пассивных и активных рабочих органов снижает тяговое сопротивление, повышает качество подготовки почвы. Для бороздной подготовки почвы на склонах применяют плуг ПЛС-0,6 и траншеекопатель ТКГ-35. Лесной навесной плуг для склонов ПЛС-0,6 применяют для нарезки двухотвальных борозд с одновременным рыхлением дна борозды на овражно-балочных и горных склонах крутизной до 20°. На склонах крутизной до 12-15° плуг агрегатируется с тракторами класса 3,0. Горный траншеекопатель ТКГ-35 прокладывает посадочные траншеи и противоэрозионные канавы на склонах.

Его основные узлы – рама с навеской, корпус, фиксатор, два опорных колеса с механизмом регулировки глубины обработки, заднее опорное коническое колесо. Рама служит для монтажа всех узлов копателя. На ней свободно установлена ось, жестко связанная с корпусом.

*Террасирование склонов* разной крутизны является наиболее эффективным средством уменьшения поверхностного стока. При этом изменяется их водный режим, что способствует накоплению влаги вследствие повышения коэффициента фильтрации атмосферных осадков в почву, прекращения или ослабления стока, кроме того, предотвращается эрозия почвы.

Напашные террасы готовят плугами общего назначения ПЛН-4-35, ПЛН-5-36, ПЛ-5-35 и плантажным ППУ-50А с приспособлением УПТ-4 для формирования выемочного откоса. Для устройства напашных террас делают несколько проходов агрегата в одном направлении с отваливанием пласта вниз по склону. Навесные плуги агрегируют в двухточечном варианте, что позволяет им копировать траекторию движения трактора, движущегося по контуру склона. Задний корпус плуга заглубляется на полную глубину, а передний на 10-12 см. Напашку террас начинают снизу, при последующих проходах агрегат перемещается вверх по склону на ширину захвата корпуса плуга.

Выемочно-насыпные террасы различаются между собой по протяженности полотна (сплошные и прерывистые), уклону его продольного (горизонтальные с постоянным и переменным уклоном) и поперечного (горизонтальные, с прямым и обратным уклоном по склону)

профилей. Ширина полотна террас по всей длине постоянна. Для сооружения таких террас используют как бульдозеры, так и специальные террасеры ТР-2А, ТР-3, ТС-2,5 и ТК-4.

Секционный террасер ТС-2,3 применяют для строительства террас с шириной полотна около 2,5 м на склонах крутизной до 35° с промоинами глубиной до 1,5 м и шириной до 2 м. Он навешивается на тракторы ДТ-75, ДТ-75М и Т-74, имеющие бульдозерное оборудование Д-606 или Д-535.

Роторный террасер ТР-3 предназначен для строительства террас с шириной полотна 2,5-3,5 м на склонах крутизной до 30°. Он состоит из шнеко-фрезерного рабочего органа и отвала, расположенного за фрезой параллельно оси ее вращения, рамы, конического и цилиндрического редукторов, откосника, рыхлительных зубьев и предохранительных муфт. Агрегируется с крутосклонным трактором ДТ-75К.

Террасер ТК-4 в агрегате с тракторами Т-100МГП и Т-130, имеющими гидравлическое или тросо-блочное оборудование, нарезает террасы шириной 3,5-4,0 м на каменистых склонах крутизной до 35°. Состоит из рамы, выполненной из двух брусьев, отвала, раскоса, трех рыхлительных зубьев, двух монтажных стоек и двух резцов. Террасы строят возвратно-поступательными движениями агрегата, при которых грунт из-под нагорной гусеницы сдвигается под подгорную. Общее число проходов террасера (4-12) зависит от крутизны склона и ширины полотна террасы. Полотно террасы обычно рыхлят на глубину 25-40 см, используя при этом рыхлитель РН-60 и культиваторы КРТ и КРГ-3,6, а на каменистых склонах – рыхлитель террас ОРН-2,5.

В последние годы во ВНИАЛМИ разработан перспективный микротеррасер МТ-1,2, который включает раму с навесным устройством; подрезающе-транспортирующий рабочий орган, выполненный в виде полукруглого лотка, переходящего в наклонную плоскость; фрезерный смеситель с Г-образными ножами; почвораспределительный щиток; террасообразователь с изменяемым углом установки его отвала к направлению движения микротеррасера; опорные колеса, а также ряд вспомогательных узлов. Ширина образуемой микротеррасы 100-120 см, агрегирование с тракторами класса 3.

При движении микротеррасера пласт почвы подрезается и перемещается по лотку подрезающе-транспортирующего рабочего органа. По достижении фрезерного смесителя, привод которого осуществляется от вала отбора мощности (ВОМ) трактора, пласт фрезеруется, перемешивается с верхним гумусированным слоем и отбрасывается

на почвораспределительный щиток. Сходя с него, почва заполняет выемку, образованную подрезающим рабочим органом, и профилируется отвалом террасообразователя в виде микротеррасы, на которой в последующем высаживаются древесные растения (рис. 16.7). Одновременное выполнение нескольких операций за один проход позволяет сберечь энергоресурсы и сократить трудозатраты.



Рис. 16.7. Схема микротеррасы с высаженными растениями

Расчет параметров микротеррасы и некоторых элементов орудия можно проводить по следующим зависимостям.

Площадь взрыхленной почвы водосбора в поперечно-вертикальной плоскости

$$S = K\pi R^2/2, \quad (16.17)$$

где  $R$  – радиус водосбора, образуемого подрезающей скобой;  $K$  – коэффициент разрыхления почвы.

Общая ширина образуемой микротеррасы

$$B = (h - R + 0,25K\pi R)\sin\gamma + 2R\cos\gamma, \quad (16.18)$$

где  $h$  – высота поднятия взрыхленной почвы;  $\gamma$  – угол склона к горизонту.

На склонах балок с сильной и очень сильной степенью пораженности оврагами и на коренных берегах рек часто встречаются межовражные выступы с короткими гонами длиной 50-100 м и крутизной до  $25^\circ$ . Террасирование и другие способы подготовки почвы здесь неприемлемы из-за ограниченной длины и большой крутизны склонов. Лесные насаждения в этих условиях создаются площадками при помощи площадкоделателей ОПГН-1, ПНД-1.

Площадкоделатель ОПГН-1 для строительства ступенчатых площадок с одновременным образованием лунок на склонах крутизной до  $25^\circ$  используют при облесении мелкоконтурных участков для посадки укрупненного посадочного материала. Основные узлы – рама с механизмом навески, два сменных рабочих органа, редуктор, механизм выравнивания, кожух, карданная передача и сигнализатор. При строительстве площадок агрегат спускается сверху вниз по склону. Тракторист периодически останавливает трактор, опускает вращающийся рабочий орган, при заглублении которого ножи подрезают почву и формируют площадку с горизонтальным полотном диаметром 1 м, а бур посередине площадки выкапывает ямку диаметром и глубиной 30 см.

Площадкоделатель непрерывного действия ПНД-1 применяют для подготовки почвы в виде прямоугольных ступенчатых площадок на склонах крутизной до 20°, состоит он из рамы с механизмом навески на трактор, редуктора, фрезерного барабана, кожуха, отвала, кулачковых колес и карданной передачи. При заглаблении фрезерный барабан рыхлит выемочную часть площадки, а отвал сдвигает разрыхленную почву, образуя полотно площадки. Лапа заглабляется в средней части площадки и образует посадочную лунку, которую отвал заполняет разрыхленной почвой. Ширина площадки 1 м, длина 1,2 м. Производительность более 400 площадок за час чистого времени. Площадкоделатель агрегируют с тракторами класса 3,0.

При создании лесонасаждений на мелкоконтурных участках, расположенных на склонах крутизной до 25°, для рыхления почвы площадками и полосами используют моторизированный инструмент ИМС-0,3. Ширина захвата его фрезы 15 или 35 см, глубина рыхления 9 см. За час сменной работы мотоинструмент готовит до 140 ямок или до 280 м разрыхленной полосы. При рыхлении почвы на склонах крутизной до 15° инструмент обслуживает один человек, а на склонах до 25° и при подготовке посадочных ямок два.

Кроме рассмотренных и в основном адаптированных для использования в защитном лесоразведении технических средств во ВНИАЛМИ разработан ряд перспективных способов влагосберегающей обработки почвы и машины для их реализации.

*Физическая мелиорация почвогрунтов* легкого гранулометрического состава предусматривает мелиорацию маловлажоемких почв и песков путем внесения на определенную глубину тонкого слоя сильнонабухающих веществ (СНВ) – мелиорантов – с целью накопления и удержания в верхнем слое песка продуктивной влаги для последующего создания древесно-травянистых фитоценозов. В качестве мелиорантов используется сухая сильно размельченная порошкообразная хвалынская глина с размером фракций не более 3 мм и влажностью 3-5%, которая вносится в почву на глубину 50-70 см слоем 3-6 мм сплошную или полосами шириной 100-200 см с такими же промежутками между ними с одновременной плоскорезной подготовкой почвы. Для выполнения данной технологии на базе глубокорыхлителя-удобрителя ГУН-4 создана новая машина для устройства водоупорных экранов в почве, которая состоит из рамы, бункера для мелкодисперсной глины с двумя шнековыми питателями и двух почвообрабатывающих плоскорезующих рабочих органов с субстратораспределителями.

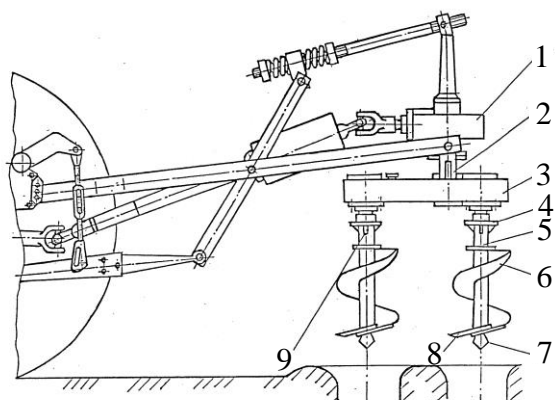


Рис. 16.8. Конструктивная схема многобурового ямокопателя ЯМ-3:

1 – узел ямокопателя КЯУ-100, 2 – кронштейн, 3 – редуктор, 4 – соединительный фланец, 5 – вал, 6 – шнековые элементы, 7 – долото, 8 – режущие ножи, 9 – шнековый бур

осями ямок в группе 50 см (Ю. М. Жданов, В. И. Петров, В. Г. Юферев, 2003). Шнековые буры состоят из валов с соединительными фланцами, шнековых элементов для подъема и выброса почвы из ямки, режущих ножей и центрального долота. Привод рабочих органов ямокопателя осуществляется от ВОМ трактора посредством карданной передачи с предохранительной муфтой, конического редуктора КЯУ-100 и цилиндрического редуктора сменного устройства.

*Образование влагонакопительных борозд* глубиной до 15-25 см может выполняться плугами или специальными дерносами, которыми оборудованы лесопосадочные машины (МПП-1, МЛУ-1 и МУЛ-1, см. далее), одновременно с посадкой лесомелиоративных насаждений.

Описанные влагоберегающие способы обработки почвы дают возможность на 50-100% увеличить накопление влаги и на 15-30% повысить приживаемость высаживаемых растений.

*Дополнительная обработка почвы* и обработка паров проводятся сельскохозяйственными культиваторами типа КПЭ-3,8Г и КПС-4.

#### 16.3.5.2. Машины для посева и посадки лесных насаждений

Создание ЗЛН проводится двумя способами: посевом семян и посадкой сеянцев или саженцев.

Посевом в основном создаются насаждения из крупноплодных семян (дуба, ореха, каштана) и в труднодоступных для энергетиче-

Формирование водосборов для создания биогрупп древесных и кустарниковых растений в виде ямок-шурфов проводится на предварительно образованных влагонакопительных площадках и на участках с естественными микропонижениями на деградированных аридных территориях. Эта операция может проводиться многобуровым ямокопателем ЯМ-3 (рис. 16.8), который с помощью трех шнековых рабочих органов – буров – одновременно образует три ямки глубиной до 70 см, диаметром 30 см с расстоянием между

ских средств местах – на крутых откосах оврагов и балок (мелкими семенами).

Высев крупноплодных семян проводится сеялками СЖУ-1, СЖН-1, СКБ 3/5.

Наиболее распространена сеялка желудевая навесная СЖН-1. Основные узлы – рама с навеской, семенной бункер, высевающий аппарат, сошник, прикатывающий каток, цепной привод высевающего аппарата, специальный кронштейн для присоединения к плугу ПКЛ-70. Желуди из бункера через высевающий аппарат катушечно-лопастного типа попадают в полость сошника, ударяются об укрепленный в нижней части рассеиватель и равномерно распределяются по дну посевной борозды, засыпаются почвой и уплотняются прикатывающим катком. Норму высева желудей устанавливают изменением длины рабочей части катушки. Производительность сеялки 3,0 га/ч, глубина посева 1,7-7,0 см, масса 500 кг.

Овраги – наиболее сложная категория лесомелиоративного фонда, поэтому их облесение связано с большими трудностями. Во ВНИАЛМИ предложен способ и разработано орудие ОВО-1 (рис. 16.9) для облесения откосов оврагов. Суть способа в том, что с помощью этого орудия (созданного на базе лесопожарного агрегата АЛФ-10)

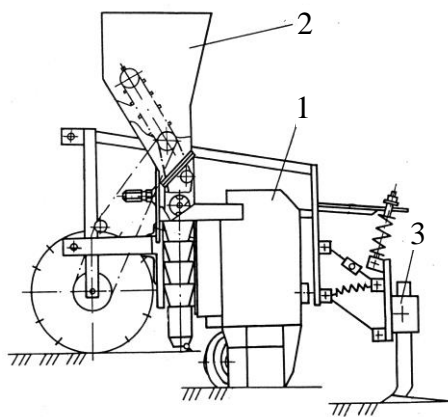


Рис. 16.9. Конструктивно-технологическая схема орудия для высева семян древесных и кустарниковых пород на откосы оврагов:

1 – усовершенствованный АЛФ-10; 2 – высевающее, 3 – рыхлящее устройства

При движении агрегата по периметру оврага почва берется из бровки, а по низу – из его днища. Семена, перемешанные с почвой, оказываются заделанными на глубину до 4 см. Траектория полета субстрата в проекции на горизонтальную ось  $x$  может быть выражена уравнением

высев семян на откосы оврагов проводится путем метания их вместе с почвой (на расстояние 10-25 м), взятой из приовражной полосы. При движении агрегата по периметру оврага почва берется из бровки, а по низу – из его днища. Семена, перемешанные с почвой, оказываются заделанными на глубину до 4 см. Траектория полета субстрата в проекции на горизонтальную ось  $x$  может быть выражена уравнением

$$x = 2V_0 (\sin 2\alpha - 2\cos^2 \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta) / g, \quad (16.19)$$

где  $V_0$  – начальная скорость полета почвенного субстрата;  $\alpha$  – угол между горизонтом и касательной к траектории частицы субстрата в момент ее метания;  $\beta$  – угол между осью  $x$  и прямой, соединяющей новое и прежнее положение частицы.

Наиболее надежным и распространенным способом закладки ЗЛН, обеспечивающим хороший рост и развитие растений при минимальном уходе за ними, является посадка сеянцами с надземной частью 15-50 см и корневой системой 15-27 см, черенками 20-30 см и саженцами (лиственных пород) с надземной частью 120-250 см и корневой системой 30-40 см.

Технология посадки древесных и кустарниковых растений складывается из следующих операций: образование посадочного места (открытой борозды, щели, ямки) сошниками различных конструкций, дискретными рабочими органами и ямокопателями; размещение корневых систем растений с помощью посадочных механизмов или ручную; засыпание почвой корневых систем загортачами или заделывающими элементами и уплотнение почвы вокруг корневых систем катками (металлическими, пневматическими) или иными деформаторами.

На лесопосадочных машинах с непрерывным щелеобразованием применяются коробчатые и дисковые сошники. На открытых подготовленных площадях используются коробчатые сошники с острым углом вхождения в почву. Однако они недостаточно хорошо заделывают почвой корни сеянцев и саженцев. С целью лучшей засыпки почвой корневых систем растений при посадке созданы новые сошники (рис. 16.10): а – с заделывающими элементами в виде стрельчатых лап, расположенных на некотором расстоянии за боковинами корпуса сошника под углом к вертикальной и горизонтальной плоскостям, для работы со скоростью до 5 км/ч на тяжелых и легких почвах; б – с заделывающими элементами в виде односторонних плоскорежущих лап, наклоненных в сторону образуемой щели и установленных в его нижней части на некотором расстоянии от заднего обреза, для работы на повышенных (до 9 км/ч) скоростях; в – с изменяемой симметрией посредством поворота груди сошников для работы на склонах по горизонталям; г – с изменяемой шириной и длиной боковин сошника для посадки разновозрастных растений с различными размерами корневых систем. Определены параметры установки заделывающих элементов сошников, которые находятся из условия равномерного или равноускоренного

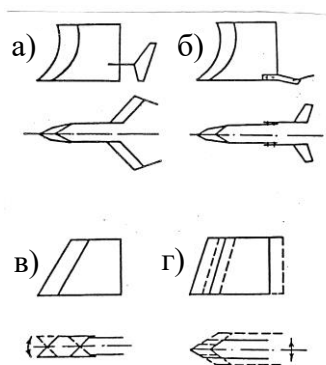


Рис. 16.10. Конструктивно-технологические схемы новых сошников лесопосадочных машин

пруса сошника под углом к вертикальной и горизонтальной плоскостям, для работы со скоростью до 5 км/ч на тяжелых и легких почвах; б – с заделывающими элементами в виде односторонних плоскорежущих лап, наклоненных в сторону образуемой щели и установленных в его нижней части на некотором расстоянии от заднего обреза, для работы на повышенных (до 9 км/ч) скоростях; в – с изменяемой симметрией посредством поворота груди сошников для работы на склонах по горизонталям; г – с изменяемой шириной и длиной боковин сошника для посадки разновозрастных растений с различными размерами корневых систем.

Определены параметры установки заделывающих элементов сошников, которые находятся из условия равномерного или равноускоренного

движения почвы по их граням, т. е. когда  $d^2y/dt^2 \geq 0$ ,  $d^2x/dt^2 \geq 0$ .

Исследованиями уплотняющих рабочих органов лесопосадочных машин установлено, что лучшие результаты уплотнения почвы обеспечивают пневматические катки и цилиндрические металлические, наклоненные к горизонту под определенным углом при движении по полностью засыпанной почвой щели с разрушенными боковыми стенками, т. е. там, где работают сошники с заделывающими элементами.

Посадочные аппараты механического типа применяют для подачи семян или саженцев, а также черенков в посадочную щель (борозду), образованную сошником.

Существуют следующие типы посадочных аппаратов:

ротационные (лучевые и дисковые);

рычажные (с качающимся захватом или с захватом, перемещающимся по сложной кривой);

конвейерные (цепные, ременные, гусеничные).

Самым распространенным является ротационно-лучевой посадочный аппарат (рис. 16.11). Он включает вал, на нем жестко установлен диск с рядом отверстий, к которым крепятся лучи (рычаги) с зажимами. При вращении аппарата в определенном положении зажим

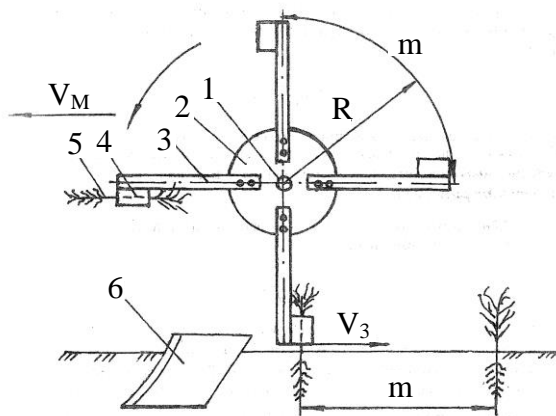


Рис. 16.11. Схема ротационно-лучевого посадочного аппарата:

1 – вал, 2 – диск, 3 – луч, 4 – зажим, 5 – сеянец, 6 – сошник

открывается с помощью специальных устройств (раскрывателей) и в него вставляется сеянец. Затем зажим закрывается и несет сеянец в посадочную щель, образованную сошником, где он открывается, освобождая сеянец. Вращение посадочного аппарата может осуществляться от опорного колеса сажалки с помощью механической передачи, от специального колеса, находящегося на одном валу с посадочным аппаратом, или от прикатывающей катки. Шаг посадки равен  $m$ .

На современных лесопосадочных машинах в основном установлены посадочные аппараты ротационного типа: с пластинчатыми (СЛН-1, СБН-1), ориентирующими (ССН-1) и дисковыми (МУЛ-1) захватами. При небольших окружных скоростях лучей посадочных аппаратов (2-3 км/ч) сеянцы, снимаемые пластинчатыми захватами, располагаются в них параллельно лучам рота-



ционного аппарата, правильно вносятся в образованную сошником посадочную щель, тем самым обеспечивается хорошее качество посадки. С увеличением окружной скорости луча или при неправильном расположении сеянца на приемном столике его положение в захватах изменяется, что приводит к резкому увеличению угла наклона сеянцев и ухудшению качества посадки. Поэтому желательно применять аппараты с ориентирующими захватами.

Заделка опущенных в борозду корней сеянцев заключается в засыпании их землей с последующим уплотнением. При использовании одних рабочих органов для засыпки и уплотнения конструкция машины упрощается. Однако в некоторых конструкциях лесопосадочных машин засыпают корни одни рабочие органы – загортачи, – а уплотняют другие – катки. Поэтому из большинства лесопосадочных машин заделку корней осуществляют только катки. Наибольшее распространение получили конические и цилиндрические катки (рис. 16.12). Иногда применяются пневматические катки, дающие наилучший эффект уплотнения почвы.

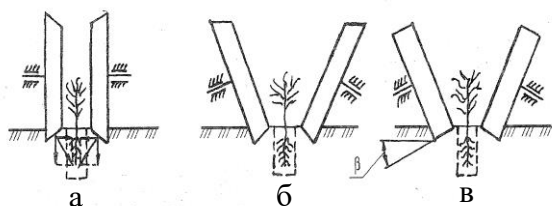


Рис. 16.12. Схемы катков:  
а – конические на горизонтальных осях, б – конические на наклонных осях, в – цилиндрические на наклонных осях

В защитном лесоразведении при посадке сеянцев на подготовленных почвах в основном используются модернизированная машина СЛЧ-1А и сажалка ССН-1, на неподготовленных почвах МЛУ-1, на склонах, террасах и бугристых песках МУЛ-1.

Лесопосадочная машина СЛЧ-1А очень проста и общеизвестна, поэтому следует остановиться на конструкции сажалки ССН-1 (рис. 16.13). Сошник коробчатой формы установлен с небольшим наклоном в поперечной плоскости, в передней части оборудован ползовидным ножом, на бруске прикреплено регулируемое по высоте опорное колесо. Посадочный аппарат вращательного типа отклонен от вертикали на тот же угол, что и сошник. На конце вала посадочного аппарата с помощью спиц установлен приводной обруч с почвозацепами. Над посадочным аппаратом расположен приемный столик в виде зажима, в который сажальщики поочередно закладывают сеянцы. За катком следует подпружиненный загортач, который разравнивает поверхность поч-

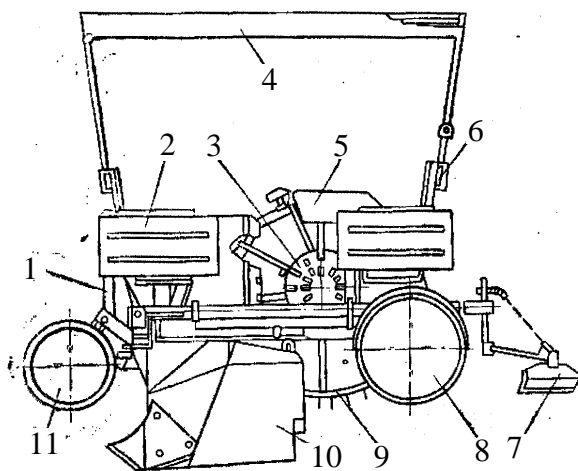


Рис. 16.13. Сажалка семян навесная СШ-1:

1 – рама, 2 – ящик для посадочного материала, 3 – посадочный аппарат, 4 – тент, 5 – приемный столик, 6 – сиденье, 7 – загорточ, 8 – уплотняющий каток, 9 – приводной обрuch, 10 – сошник, 11 – опорное колесо

На основе проведенных исследований и наличия принципиально новых рабочих органов ВНИАЛМИ совместно с другими организациями разработаны и изготовлены заводами лесопосадочные машины для различных условий произрастания лесонасаждений: МУЛ-1, МПЛК-1 и МЛБ-1.

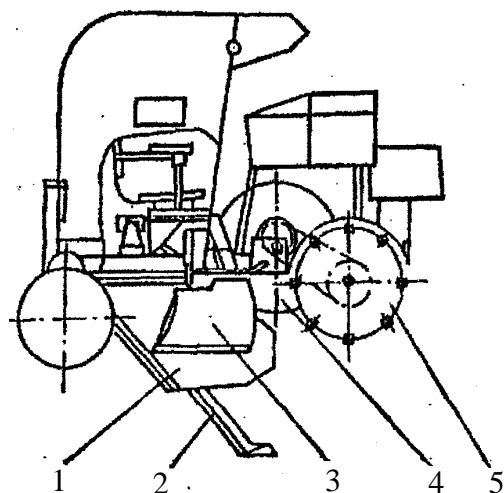


Рис. 16.14. Конструкция лесопосадочной машины МУЛ-1:

1 – анкерный сошник, 2 – глубокорыхлитель, 3 – дерноснимы, 4 – посадочный аппарат, 5 – уплотняющие катки

вы. Агрегатируется машина с тракторами класса 1,4. При ширине междурядий 2,5 и 3,0 м можно агрегатировать 3 машины СШ-1 с трактором класса 3, используя для этого сцепку.

Для посадки крупномерных семян и саженцев на террасах и склонах крутизной до 12° можно применять лесопосадочный агрегат ЛПА-1, его особенностью является то, что благодаря шарнирному креплению сошника с поперечным брусом он может поворачиваться в горизонтальной плоскости. Это обеспечивает возможность работы агрегата на участках с криволинейными гонами.

Машина МУЛ-1 (рис.16.14) предназначена для однорядной посадки семян лиственных и хвойных пород на тракторопроходимых склонах крутизной до 12°, террасах и равнинных площадях в подготовленную почву, а также на бугристых задернелых песках с одновременной подготовкой почвы в виде минерализованной полосы и рыхлением ее по центру. Машина может выполнять механизированную посадку семян по нескольким технологиям, принятым для склонов и равнин: по подготовленной почве, со снятыми дерно-

снимами и на задернелых бугристых песках по бороздам, образованным дерноснимами в виде минерализованной полосы шириной 1,6-1,7 м, середина которой взрыхляется на глубину до 50 см.

С целью получения быстрого эффекта от создаваемых ПЗЛП, лесопастбищных угодий, противоэрозионных и придорожных насаждений, а также плодовых садов в некоторых районах Прикаспийского региона, Ставропольского и Краснодарского краев посадку проводят крупномерным посадочным материалом высотой до 3 м. Для этого в 50-е годы использовали машину СКС-1, позже машину МПС-1, предназначенную для посадки плодовых культур. Взамен их ВНИАЛМИ совместно с Плодсельхозмашем разработана новая универсальная машина для посадки саженцев плодовых и лесных культур МПЛК-1 (рис. 16.15). Машина оборудована сошником с изменяемой шириной (250-400 мм) и посадочным аппаратом, что повышает качество посадки крупных саженцев лесных и плодовых культур и позволяет рационально использовать энергетические средства, с которыми она агрегатируется.

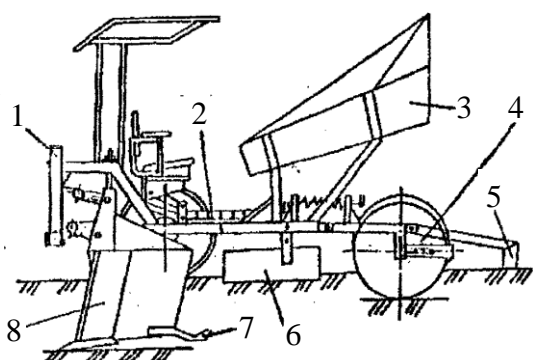


Рис. 16.15. Конструкция посадочной машины МПЛК-1:

1 – рама с навеской, 2 – посадочный аппарат, 3 – емкость для саженцев, 4 – уплотняющие катки, 5 – загортачи, 6 – загортачи сошника, 7 – сошник с заделывающими элементами

Наиболее надежным и эффективным при закреплении подвижных песков является способ глубокой посадки крупномерных саженцев высотой 120-250 см на глубину до 70 см с одновременным образованием в околоствольном пространстве пескоулавливающей борозды глубиной 20-30 см. Предварительной подготовки площадей и последующих уходов за лесокультурами при этом способе посадки не требуется. Для этого способа была разработана лесопосадочная машина МЛБ-1 (рис. 16.16), основным рабочим органом которой является анкерный сошник, оборудованный заделывающими элементами в виде вертикально поставленных стрельчатых лап для засыпки песком корневых систем саженцев без применения уплотняющих катков. Это упрощает не только конструкцию машины, но и весь технологический процесс посадки. Особенностью машины является то, что она позволяет автоматически поддерживать глубину хода сошника при работе на сложном пересеченном рельефе барханных песков.

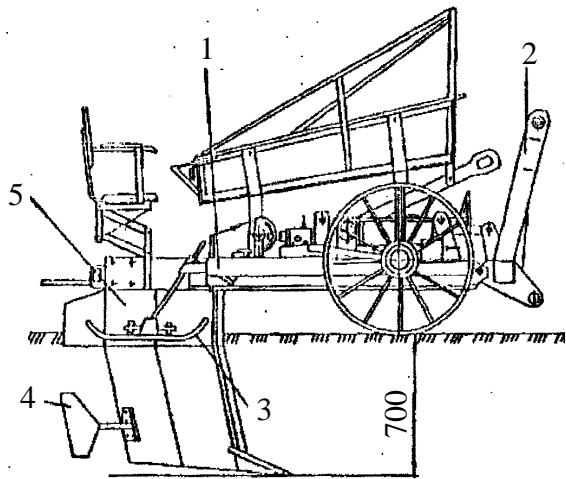


Рис.16.16. Конструкция лесопосадочной машины МЛБ-1:

1 – рама, 2 – навеска, 3 – автоматическое копирующее устройство, 4 – заделывающие элементы, 5 – сошник

На 3-4-й год после создания ЗЛН происходит нивелировка и стабилизация рельефа подвижных песков, полное прекращение дефляции и заселение территории травами-псаммофитами. Машина нашла широкое применение также при создании пастбищезащитных и прифермских лесных насаждений, проведении озеленительных работ вдоль оросительных каналов, дорог и вокруг населенных пунктов на различных типах почв средней плотности.

Рассмотренные машины ССН-1, МЛУ-1, МУЛ-1 и МПЛК-1 имеют посадочные аппараты для подачи высаживаемых растений в сошники. За рубежом и в нашей стране предпринимались попытки создания автоматических подающих устройств типа ЛПА-1, однако широкого практического применения они не получили и сейчас промышленностью не выпускаются.

### 16.3.5.3. Машины для агротехнических уходов за лесонасаждениями

Агротехнические уходы заключаются в рыхлении почвы и уничтожении сорной растительности в рядах, междурядьях и закрайках лесных насаждений. Они проводятся до полного смыкания крон деревьев, т. е. 3-5 лет, а в сухой степи и полупустыне в рядах 7-12 лет, а в междурядьях в течение всей жизни насаждений по мере необходимости. Уход за почвой в рядах лесонасаждений заключается в обработке защитной зоны шириной 20-25 см с каждой стороны рядка.

Требования к обработке междурядий лесных насаждений соответствуют требованиям к сплошной культивации почвы в сельском хозяйстве, поэтому для ухода за почвой в междурядьях лесных насаждений используют серийные сельскохозяйственные культиваторы КПН-2, КПЭ-3,8Г, КРН-2,8А, КВО-3, ПРВМ-3, БДН-3, КРТ-3 и специальные лесные КЛ-2,6, КУН-4 и КЛП-2,5 с различными лаповыми, дисковыми и плоскорежущими рабочими органами.

Рассмотрим особенности конструкции некоторых из них.

Лесной навесной культиватор КЛ-2,6 предназначен для рыхления почвы и уничтожения сорной растительности в междурядьях лесонасаждений, глубина обработки 12-15 см.

Культиватор виноградниковый КВО-3 предназначен для рыхления почвы и подрезания сорняков в насаждениях с шириной междурядий 3-4 м и снабжен автоматически управляемыми поворотными ножами для обработки почвы в рядах. Культиватор оснащен приспособлением для навески зубовых борон и укомплектован двумя типами рабочих органов: стрелчатыми лапами с захватами 380 мм и глубиной обработки до 15 см и рыхлительными лапами для рыхления почвы на глубину до 20 см. Агрегатируется с тракторами класса 2 и 3. Рабочая скорость 2,5-7,0 км/ч.

Плуг-рыхлитель виноградниковый универсальный ПРВМ-3 – это блочно-модульная конструкция с набором устройств для выполнения различных технологических операций, в том числе культивации междурядий шириной 2-3 м. Основные узлы – рама, подвеска, опорные колеса с винтовыми механизмами регулирования глубины обработки, рабочие органы. Ширина захвата 2-3 м, глубина обработки 6-12 см, масса 670 кг. Агрегатирование с трактором класса 3.

Одновременно обработку почвы в рядах и междурядьях лесополос высотой более 1 м можно проводить плугом ПРВМ-3 с приспособлением ПРВМ-11000. На орошаемых землях эта операция совмещается с нарезкой поливных борозд, для чего на плуг ПРВМ-3 дополнительно навешивают приспособление ПРВМ-19000.

Для борьбы с корневищными и корнеотпрысковыми сорняками в междурядьях ЗЛН в засушливых регионах эффективным является извлечение основной массы корневищ на поверхность почвы и их естественное высушивание. В настоящее время промышленность не выпускает специальных машин для реализации этого способа. ВНИАЛМИ для уничтожения такой растительности предложено использовать модернизированную машину ВМ-1,25, которая предназначена для выкопки семян в лесопитомниках. Схема технологического процесса вычесывания сорняков и конструктивная схема машины показаны на рис. 16.17. Машина ВМ-1,25 имеет захват 1,25 м и агрегатируется с тракторами классов 1,4; 2; 3, рабочая скорость 2,5-5,0 км/ч.

Для обработки почвы в рядах лесонасаждений применяют культиваторы КРЛ-1А, КБЛ-1А, КВЛ-1. В зависимости от назначения и выполняемых операций они оборудованы стационарными и выдвиг-

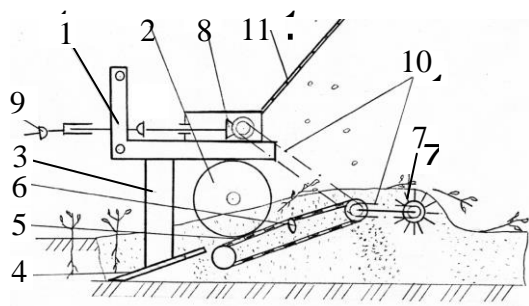


Рис. 16.17. Схема модернизированной машины ВМ-1,25:

1 – рама, 2 – рама с опорными колесами, 3 – выкопчная скоба, 4 – лемех, 5 – прутковый элеватор, 6 – встряхиватель, 7 – роторный рыхлитель, 8 – редуктор, 9 – редуктор с карданным валом, 10 – цепная передача, 11 – предохранительная сетка

ными автоматически управляемыми рабочими органами (пассивными и активными).

На рис. 16.18 приведены наиболее распространенные конструкции пассивных ротационных рабочих органов: пальцевые (а), зубовые (б) и многолопастные (в). С их помощью можно обрабатывать защитную зону рядка шириной до 30-40 см с каждой стороны. В основе работы лежит принцип, при котором культурные растения должны находиться в зоне наименьшего воздействия ротационных рабочих элементов, а степень деформируемости сорной травянистой растительности выше, чем у древесных саженцев.

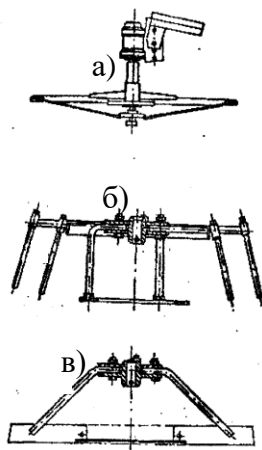


Рис. 16.18. Пассивные ротационные рабочие органы

Этот процесс заключается в следующем. При движении ротационного рабочего органа его радиальные элементы поочередно внедряются в почву и описывают траекторию в виде обыкновенной циклоиды (без учета скольжения и буксования), выражающуюся уравнениями

$$x = R(\varphi - \sin\varphi), y = R(1 - \cos\varphi), \quad (16.20)$$

где  $R$  – радиус рабочего органа,  $\varphi$  – угол поворота радиального элемента.

Вероятность контакта торца радиального элемента со стволиком саженца, а следовательно, и возможность его повреждения в этом случае определяются по формуле

$$P = z(b + d)/2\pi R, \quad (16.21)$$

где  $d$  – диаметр стволика растения,  $b$  – толщина радиального элемента,  $z$  – количество радиальных элементов.

На базе этих рабочих органов были созданы и выпущены промышленностью культиваторы КРЛ-1А с лопастными и каркасно-проволочными рабочими органами для ухода за насаждениями высо-

той до 1 м и КБЛ-1А с пальцевыми рабочими органами для ухода за насаждениями высотой до 2 м.

Ротационный лесной культиватор КРЛ-1А состоит из рамы, опорных колес с винтовым механизмом, зубовых или лопастных рабочих органов. Обрабатывает почвы на глубину 6-8 см. Агрегируется с тракторами классов 0,9-1,4. При работе агрегат с культиватором седлает ряд растений, ротационные рабочие органы обеспечивают рыхление почвы и уничтожение сорняков.

Культиватор боковой лесной КБЛ-1 арочного типа с зубовыми ротационными рабочими органами монтируется с правой стороны трактора класса 1,4. При работе трактор движется по междурядьям лесополос, арка культиватора седлает рядок растений, рабочими органами обрабатывает почву и уничтожает в нем сорняки.

Уход за почвой в рядах ЗЛН высотой более 1 м можно проводить выдвигными плоскорежущими рабочими органами, которые установлены на культиваторах КВЛ-1, КВЛ-2 и универсальном культиваторе КУН-4.

Универсальный навесной культиватор КУН-4 (рис. 16.19) предназначен для ухода за почвой одновременно в рядах и междурядьях

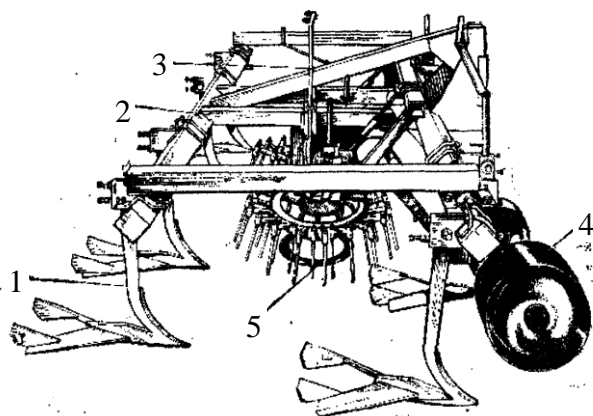


Рис. 16.19. Универсальный навесной культиватор КУН-4 в варианте для ухода за лесными полосами высотой до 1 м:

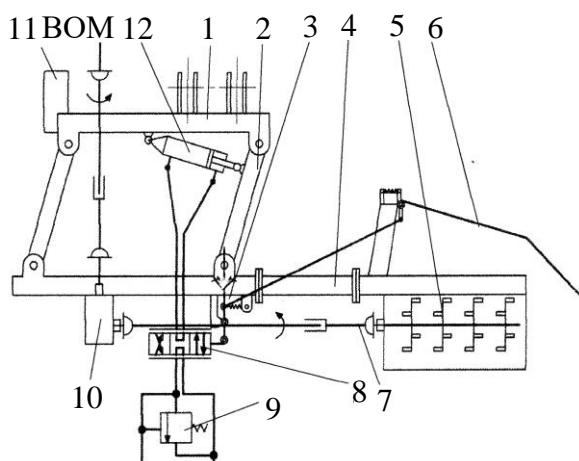
1 – стрельчатая лапа, 2 – рама, 3 – приспособление для внесения гербицидов в защитную зону ряда, 4 – опорные колеса, 5 – зубовой рабочий орган

лесных культур на равнине и склонах крутизной до 12°. Высота культур не ограничена, ширина междурядий 2,5-4,0 м. Агрегируется с тракторами классов 1,4 и 3.

Культиватор состоит из телескопической рамы с навеской, опорных колес с винтовыми механизмами для регулировки глубины обработки почвы, рабочих органов для ухода за почвой в рядах и междурядьях. Уход в рядах лесокультур высотой до 25 см проводится ротационными зубовыми рабочими органами, высотой 25-100 см ротационными лопастными, при высоте лесокультур более 100 см выдвигными автоматически управляемыми плоскорежущими лапами, установленными на секциях с параллелограммным исполнительным механизмом.

Кроме культиваторов с пассивными плоскорежущими лапами на

выдвижных секциях, промышленностью выпускался садовый культиватор ФА-0,76 с фрезерным рабочим органом. Из-за недостаточного быстродействия его автоматической системы управления и ряда эксплуатационных недочетов он не нашел применения для агротехнических уходов в ЗЛН. С учетом этих недостатков во ВНИАЛМИ разработан новый вариант культиватора с автоматически управляемым выдвижением фрезы (рис. 16.20), питание гидравлических элементов которого осуществляется не от индивидуальной гидростанции, а от гидросистемы трактора. Культиватор снабжен дополнительной сменной вставкой, монтируемой на бруске крепления фрезы, что позволяет изменить вынос фрезы относительно продольной оси трактора для работы в насаждениях с различными междурядьями и кронами деревьев.



к гидрораспределителю трактора

Рис. 16.20. Принципиальная схема культиватора с автоматически управляемой фрезой:

1 – рама с навеской, 2 – параллелограммный механизм, 3 – узел автоматического управления, 4 – вставка, 5 – фреза, 6 – щуп, 7 – вал карданный, 8 – распределитель, 9 – клапан предохранительный, 10 – редуктор конический, 11 – полоз опорный, 12 – гидроцилиндр

Культивацию почвы в лентах полос, созданных на песках посадкой сеянцев по бороздам машинами МПП-1, МУЛ-1 или аналогичными им, проводят культиваторами КЛБ-1,7 и КЛП-2,5. Недостатком КЛБ-1,7 является отсутствие ограничителей глубины хода дисковых рабочих органов, а также невозможность непосредственного ухода в рядах посадок и на гребнях у борозды. Для устранения этих недостатков ВНИАЛМИ совместно с ЦОКБлесхозмаш разработан и выпущен промышленностью культиватор КЛП-2,5 (рис. 16.21), который может рыхлить почву и уничтожать сорную растительность в рядах и лентах (откосы и гребни борозды) лесных культур, посаженных по бороздам. Агрегатируется с тракторами классов 1,4 и 3.

Для проведения агротехнических уходов за лесными насаждениями на склонах крутизной до  $12^\circ$  применяют дисковый культиватор для склонов КДС-1,8.

Кроме описанных способов борьбы с сорняками в рядах лесона-



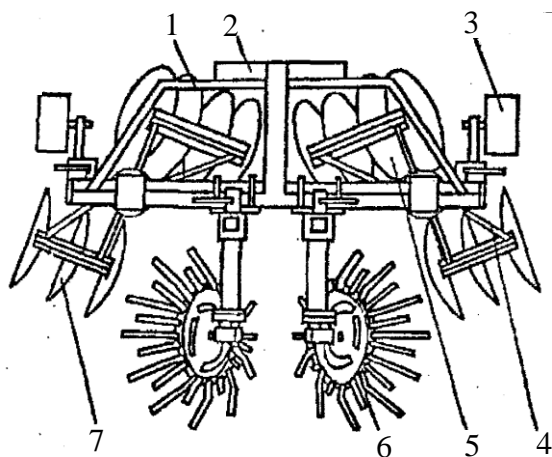


Рис. 16.21. Конструктивно-технологическая схема культиватора лесного для песков КЛП-2,5:

1 – рама, 2 – навесное устройство, 3 – опорные колеса, 4 – поворотные траверсы, 5, 7 – секции дисковых батарей, 6 – зубчатые рабочие органы

саждений, применяют обработку приствольных полос гербицидами и покрытие поверхности почвы полимерной тканевой черной пленкой, которая в отличие от обычных полиэтиленовых пленок проницаема для воздуха и воды. Другие нетрадиционные способы борьбы с сорняками – термический, электрическим током высокого напряжения, электромагнитным полем высокой частоты – пока не нашли применения из-за больших затрат энергии и недостаточной эффективности.

#### 16.3.5.4. Машины для борьбы с вредителями и болезнями в ЗЛН

Для борьбы с вредителями и болезнями ЗЛН используют химические, биологические и другие препараты с помощью следующих технических средств: автомобиль ГАЗ-66-11 для транспортировки препаратов; агрегат АЛЖ-12 для транспортировки и приготовления рабочих жидкостей; агрегат АЛХ-2 с трактором МТЗ-80 для наземного опрыскивания; генераторы для аэрозольной обработки растений; навесное оборудование для обработки растений с летательных аппаратов (АН-2, Ми-2 и др.) и соответствующее аэродромно-техническое обеспечение; ручной ранцевый опрыскиватель ОРР-1 (Эра-1) для дегазации рабочей площадки.

### 16.4. Техника для выполнения лесохозяйственных мероприятий

Цель хозяйственных мероприятий в лесонасаждениях (рубки ухода, ремонтно-реконструктивные и восстановительные работы, борьба с вредителями и болезнями растений, профилактика пожаров, особенно в сосновых насаждениях) – улучшение их роста и развития, формирование необходимых конструкций, повышение устойчивости, долговечности, сохранности и мелиоративной эффективности. Сани-

тарные рубки ухода включают выборочное удаление деревьев, обрезку нижних ветвей у древесных пород и понижение кустарников, обрезку кроны на высоте до 5 м, удаление поросли на пнях и закрайках лесной полосы. В работы по реконструкции и восстановлению расстроенных или погибших лесных насаждений входят следующие операции: удаление отдельных рядов деревьев и кустарников, корчевка пней, вычесывание корней из почвы, сбор, трелевка, переработка и транспортировка древесного сырья.

Некоторые из указанных операций можно выполнять техникой, используемой в растениеводстве и мелиорации, и специальными машинами. Так, обрезку ветвей (диаметром не более 6 см) опушечных и внутренних рядов ПЗЛП с целью формирования необходимых конструкций и улучшения работы сельскохозяйственных машин на прилегающих полях, а также лесохозяйственных орудий при проведении агротехнических и лесоводственных уходов можно проводить машиной для контурной обрезки ветвей плодовых деревьев МКО-3. Детальную обрезку ветвей вокруг штамба деревьев выполняют пневмоагрегатом виноградниковым ПАВ-8 и ручными ножовками. Срезание кустарника на пень при омоложении и подстрижке на высоту 0,5 м, а также поросли с возобновившихся пней и выборочное срезание деревьев проводят кусторезом Секор-3, бензопилами МП-5, Урал-2, Дружба-4, срезание кустарника в чистых рядах – кусторезами ОКС-0,9 и КОМ-2,8. Корчевку пней осуществляют орудиями КБП-2, КСП-20 и корчевальной бороной К-1. Вычесывание и сгребание корней, пней после проведения сплошных корчевальных работ можно проводить сменным навесным оборудованием, входящим в комплектацию корчевальных агрегатов К-15 и МП-8А, корчевальной бороной К-1 и кустарниковыми граблями К-3; трелевку деревьев, хлыстов, ветвей деревьев и кустарников к местам складирования – трелевочными приспособлениями ТПР-1 и ПТБ-4,5, бесчокерными трелевщиками древесины ПГН-0,8 и УТГ-4,8, копновозом КУН-10 и погрузчиком ПФ-0,5.

Однако ряд указанных технических средств уже не только устарели, но и не приспособлены для работы в лесных полосах. ВНИАЛМИ совместно с ЦОКБлесхозмаш для проведения рубок ухода и реконструкции ЗЛН разработан комплекс новых машин, включающий машину для обрезки боковых ветвей и наклонных стволов МОВ-4,2, устройство для выборочного срезания деревьев с рабочим органом силового резания УСД-0,25, кусторез УСК-1, корчеватель непрерывного действия КНД-1,1, фрезерную машину МФ-0,9 и подборщик-трелевщик универсальный ПТУ-2,1.

Машина МОВ-4,2 предназначена для боковой обрезки ветвей и наклонных стволов деревьев опушечных и внутренних рядов насаждений с целью формирования оптимальной конструкции лесополос. Она состоит из рамы с навеской, трех пильных аппаратов с дисковыми пилами диаметром 1250 мм, приводимых во вращение от ВОМ трактора, и гидروуправляемого устройства, отводящего срезанные ветви в сторону. Высота обрезки деревьев 2,8-4,2 м, диаметр перерезаемых стволов 25-30 см и более. Агрегатирование с реверсивным трактором МТЗ-80В.

Устройство УСД-0,25 (рис. 16.22) предназначено для выборочного срезания деревьев диаметром до 25 см, их направленного повала, подтрелевки и пакетирования в междурядьях и на закрайках лесополос. Оно включает захватно-срезающее устройство с двумя смыкающимися ножами, которое монтируется вместо ковша на стрелу экскаватора ЭО-2621А.

Для механизированного выполнения операций по выборочному и сплошному срезанию кустарника на высоту 10-50 см, возобновившейся поросли с пней, а также рядов деревьев диаметром до 25 см разработан кусторез УСК-1 (рис. 16.23). В зависимости от вида работ он может оборудоваться двумя типами рабочих органов: дисковой пилой диаметром 1500 мм и цилиндрической фрезой диаметром 120 мм. Для перемещения срезанной древесной растительности из зоны прохода трактора МТЗ-80В, с которым кусторез агрегируется, на нем установлено специальное отводящее устройство. Корчеватель КНД-1,1 (рис. 16.24) предназначен для непрерывной корчевки рядов пней диаметром до 30 см и кустарника при реконструкции и восстановлении ЗЛН. Его основными рабочими органами являются подрезная скоба полукруглой формы и ротор, очищающий пни от почвы. Глубина корчевки пней



Рис. 16.22. Устройство для выборочного срезания деревьев УСД-0,25



Рис. 16.23. Машина для срезания кустарников МСК-1

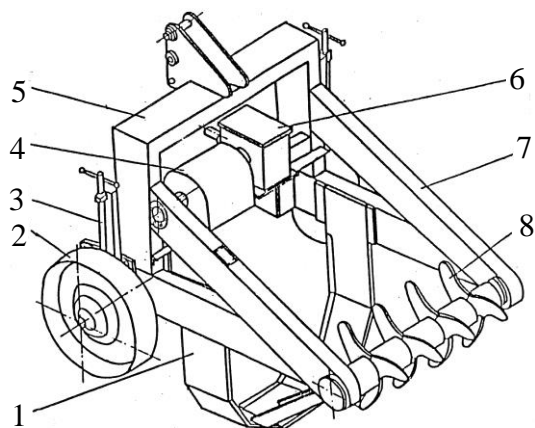


Рис. 16.24. Корчеватель непрерывного действия КНД-1,1:

1 – подрезающий рабочий орган, 2 – опорные колеса, 3 – винтовой механизм регулирования глубины хода, 4 – предохранительная муфта, 5 – рама с навеской, 6 – редуктор, 7 – передаточный механизм, 8 – ротор

Машину используют для одновременного фрезерования (измельчение) надземной части древесной растительности и корней на глубину 25 см, смешение продуктов дробления с почвой при равномерном распределении их по обрабатываемой площади. Ширина захвата 900 мм. Режущие элементы на фрезбарабане – сферические диски диаметром 250 мм. Агрегатирование с ДТ-75М, оборудованном ходоуменьшителем.

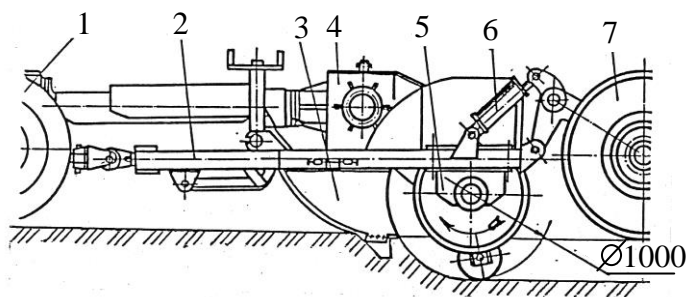


Рис. 16.25. Фрезерная машина в агрегате с трактором:

1 – трактор, 2 – рама, 3 – отбойная плита, 4 – редуктор, 5 – фрезбарабан, 6 – гидроцилиндр, 7 – колесная опора

Подборщик ПТУ-2,1 (рис. 16.26) – универсальное орудие, которое обеспечивает выполнение операций по сбору и трелевке различных видов древесного сырья без применения ручного труда в междурядьях и на закрайках лесных насаждений. Орудие включает раму с опорными колесами, шарнирно связанные с рамой подбирающие зубья и стрелу с клешневым захватом. Агрегатируется с тракторами классов 1,4 и 3.

Одним из наиболее значимых лесохозяйственных мероприятий является противопожарное обустройство сосновых насаждений и особен-

но их опушек. Существующие технологические приемы основаны на создании приопушечных минерализованных полос шириной 1,0-2,0 м с помощью различных плугов, фрез и других почвообрабатывающих орудий. Однако они являются частичной защитой от огня, возникшего на некотором расстоянии от лесонасаждений, и не могут предотвратить распространение его от искры проходящей мимо машины или трактора, неосторожно брошенных и непотушенных окурков или спичек, попавших на хвойную подстилку непосредственно в сосновых насаждениях. В связи с этим ВНИАЛМИ были предложены и проверены новые технологические приемы и технические средства создания невозгораемой зоны шириной до 20 м засыпкой хвойной подстилки песком с помощью орудий с метательными рабочими органами (АЛФ-10 и ГТ-3 конструкции ЛенНИИЛХ и орудие для минерализации приопушечной зоны конструкции ВНИАЛМИ) и сдуванием хвои новым специальным пневматическим орудием. Проверка рассмотренных технологических приемов и технических средств в 20-30-летних сосновых насаждениях Волгоградской обл. показала перспективность их использования для профилактики пожаров в них.



Рис. 16.26. Универсальный подборщик-трелевщик ПТУ-2,1

### **16.5. Автоматизация технологических процессов в агролесомелиорации**

На начальном этапе автоматизации агролесомелиоративного производства автоматизируются те технологические процессы, которые в силу их сложности и быстротечности практически не могут выполняться человеком или опасны для него.

Во ВНИАЛМИ разработаны автоматические устройства для регулирования глубины обработки почвы при работе прицепных плугов на пересеченном рельефе; управления выдвигными рабочими органами при обработке почвы в рядах растений; стабилизации машин и рабочих органов при работе на склонах; поштучного разделения семян при укладке в кассеты или контейнеры при автоматизированной посадке и выборке в лесопитомниках.

Отличиями разработанных автоматических устройств от применяемых в сельском хозяйстве явились использование трехпозиционных распределителей с положительным перекрытием и соединением при нейтральном положении напорной магистрали со сливной, а также высокое давление рабочей жидкости до 10,0-11,0 МПа. В большинстве автоматических устройств сельскохозяйственного назначения применялись распределители с отрицательным перекрытием, работающие с давлением 5,0-6,0 МПа. Разработанные автоматические устройства позволили увеличить быстродействие системы управления, допустимую нагруженность и снизить нагрев масла в гидросистеме трактора. В культиваторе КВЛ-2 для автоматического управления рабочими органами впервые для такого типа машин применена последовательная схема соединения двух гидравлических управляющих устройств, что позволило исключить взаимное влияние автоматических узлов на показатели работы при питании от гидросистемы трактора (рис. 16.27). Эта же схема применена на универсальном культиваторе КУН-4.

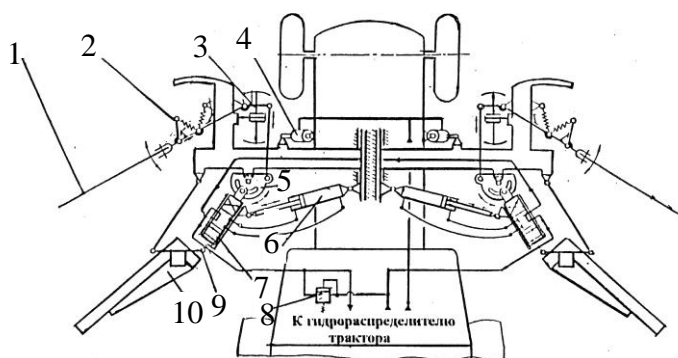


Рис. 16.27. Принципиальная схема культиватора КВЛ-2:

1 – шуп, 2 – механизм регулирования защитной зоны, 3 – передаточный механизм, 4 – гидроцилиндр подъема секций, 5 – кулачок, 6 – исполнительный гидроцилиндр, 7 – распределитель, 8 – предохранительный клапан, 9 – параллелограммный исполнительный механизм, 10 – рабочий орган

Проведены теоретические исследования процесса создания управляющего воздействия при использовании автоматически управляемых выдвижных рабочих органов, разработан способ образования заданной защитной зоны вокруг растения. Результаты исследований использованы при модернизации садовых культиваторов ФА-0,76 и КСМ-5. Для соблюдения агротехнических требований и точности направления по рядкам к культиватору КРЛ-1 дополнительно разработан автоматический стабилизатор.

При работе на пересеченном рельефе необходимо автоматическое регулирование наклона рамы машины, в частности лесопосадочной ЛМБ-1 (рис. 16.28), по отношению к корпусу трактора с использованием в качестве датчика глубины хода рабочего органа, копирующего полоза.

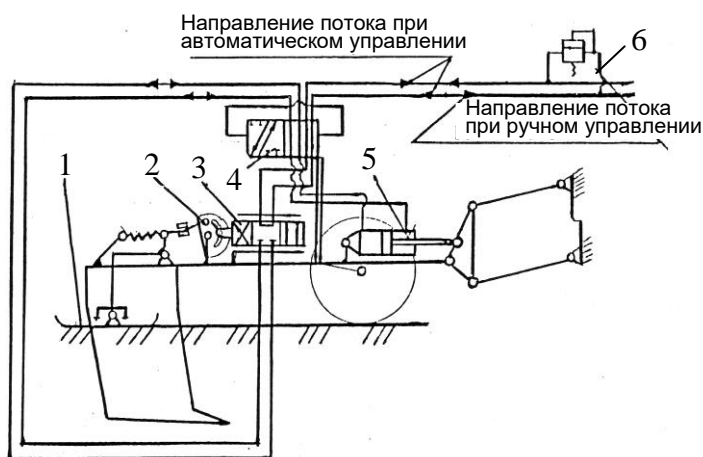


Рис. 16.28. Принципиальная схема системы автоматического регулирования глубины хода сошника лесопосадочной машины МЛБ-1:

1 – копирующий полз, 2 – кулачок, 3 – трехпозиционный распределитель, 4 – реверсивный двухпозиционный распределитель, 5 – исполнительный гидроцилиндр, 6 – предохранительный клапан

Разработаны опытные образцы ряда других автоматических устройств для различных технологических процессов в агролесомелиорации.

### 16.6. Энергетические средства

В защитном лесоразведении в основном применяются тракторы общего назначения, что обусловливается спецификой производства. Системой технологии и машин предусматривается применение 6 тяговых тракторов классов 0,6; 1,4; 2; 3; 4; 6. Тракторы класса 0,6 включают марки Т-16М и ВТЗ-30СШ; класса 1,4 – МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-80К, МТЗ-100; класса 2 – ЛТЗ-155; класса 3 – ДТ-75ДС4, Т-150К; класса 4 – К-701, Т-4А; класса 6 – Т-130М. Назначение и технические характеристики тракторов, используемых в технологиях, приведены в табл. 16.4.

### 16.7. Комплектование машинно-тракторных агрегатов

Правильно составленный агрегат должен удовлетворять следующим условиям: соответствовать требованиям агротехники; обеспечивать использование машин с наивысшей производительностью и наименьшим расходом топлива; предусматривать взаимосвязанность агрегатов по технологическим процессам и производительности.

Основой комплектования машинно-тракторных агрегатов являются "Система технологий и машин" для лесного хозяйства и защитного лесоразведения, а также регистры технологий, которые определяют технические средства для разных операций в соответствующих зонах и условиях произрастания лесомелиоративных насаждений.

В ходе научно-технического прогресса идет непрерывное развитие системы технологий и технических средств. Предъявляются новые



Таблица 16.4

## Назначение и характеристика тракторов

Наименование и марка машины (оборудования)	Предприятие-изготовитель (ПР – в России, ПС – в СНГ)	Назначение. Шифр базовой технологии, зона использования (ЗИ)	Техническая характеристика (основные параметры*)
Трактор гусеничный сельскохозяйственный общего назначения ДТ-75ДС4	ОАО "Волгоградский тракторный завод" (ПР)	Обработка почвы под посев (посадку) ПЗЛП, уход за ними, выкопка посадочного материала. ЗИ: 1.5, 1.6, 4.3-4.11	Класс тяги 3: $M = 6,6$ т, $E = 11,20$ км/ч, $h_g = 370$ мм, $\Gamma_3 = 2450$ кг, $N = 70$ кВт, $V = 0,34-11,20$ км/ч, $K = 1330$ мм, $\delta = 0,045$ МПа
Колесный универсально-пропашной трактор ЛТЗ-155	ОАО "Липецкий тракторный завод" (ПР)	Обработка почвы под посев (посадку) ПЗЛП, уход за ними, транспортные работы. ЗИ: 1.1-1.4, 1.8, 2.1-2.3, 4.3-4.11	Класс тяги 2: $M = 5,9$ т, $E = 35,1$ км/ч, $h_g = 590$ мм, $\Gamma_3 = 5000$ кг, $N = 110$ кВт, $V = 1,95-35,1$ км/ч, $K = 1400; 1540; 1800; 2100$ и $2700$ мм, $\delta = 0,40$ МПа
Колесный универсально-пропашной трактор МТЗ-82, МТЗ-80	ПО "Минский тракторный завод" (ПС)	Механизация работ в питомниках, на рубках ухода, уход за лесными культурами, транспортные работы	Класс тяги 1,4: $M = 3,37$ т, $E = 30,03$ км/ч, $h_g = 470$ мм, $\Gamma_3 = 1600$ кг, $N = 55,16$ кВт, $V = 0,68-30,03$ км/ч, $K_3 = 1400-2100$ мм, $\delta_n = 0,14-0,25$ МПа, $K_n = 1350-1800$ мм, $\delta_3 = 0,08-0,14$ МПа
Колесное универсально-пропашное самоходное шасси ВТЗ-30СШ	ОАО "Владимирский тракторный завод" (ПР)	Механизация работ в питомниках, транспортные работы. ЗИ: 1.1-1.4, 4.3-4.10	Класс тяги 0,6: $M = 2,44$ т, $E = 23,86$ км/ч, $N = 22,1$ кВт, $V = 1,52-23,86$ км/ч, $K_3 = 1210-1484$ мм, $K_n = 1322-1522$ мм, $h_g = 380$ мм

\*  $M$  – масса изделия;  $N$  – мощность двигателя;  $\Gamma_3$  – грузоподъемность задней навесной системы;  $h_g$  – дорожный просвет;  $K_n$ ,  $K_3$  – передняя, задняя колея);  $\delta$  – удельное давление;  $E$  – транспортная скорость;  $V$  – диапазон скоростей.



требования к комплектованию и применению энергосберегающих агрегатов. Уже сейчас находят широкое применение комбинированные агрегаты, одновременно выполняющие несколько операций (предпосевная обработка почвы, посев с внесением удобрений и т. д.). Перспективно применение агрегатов со сменными модулями для использования различных способов воздействия на почву или растения, создание агрегатов с автоматизацией отдельных операций и целых технологических процессов агролесомелиоративного производства.

## **16.8. Перспективы развития лесомелиоративной техники**

В настоящее время агролесомелиорация переживает переломный период в связи с переходом к рыночным отношениям в экономике и к ландшафтному адаптивному природопользованию в сельском хозяйстве. Это выдвигает новые требования к технологиям и средствам механизации, используемым при создании лесомелиоративных насаждений, и предопределяет пути их развития. Один из них – максимальное использование сельскохозяйственной техники с переоборудованием ее там, где это необходимо, и второй – создание новой многооперационной, универсальной и блочно-модульной техники, так как узкоспециализированная в рыночных условиях не пользуется спросом из-за недостаточной годовой загрузки и низкой рентабельности. Всем этим требованиям должна соответствовать техника "Системы технологий и машин в условиях рыночных отношений на период до 2010 г. ".

Все новые технологии и технические средства должны быть энергосберегающими, экологически чистыми и влагосберегающими. На их базе должны выполняться следующие операции:

на плантациях сбор плодов (семян) лиственных пород пневматическим, пневмомеханическим и вибрационным способами;

в питомниках выращивание укрупненного посадочного материала лиственных пород без перешколивания с точечным высевом семян, с заданным шагом и механизированным уходом в защитных зонах рядков растений; применение мелкодисперсного орошения, сильнонабухающих гидрогелей и водовоздухопроницаемых синтетических покрытий;

при выращивании лесонасаждений применение безотвальной основной подготовки почвы с созданием водоупорных экранов на определенной глубине и плоскорезной дополнительной с внесением гидрогелей; проведение посадки кустарниковых и древесных пород с

созданием влагонакопительных устройств и нанесением мульчирующих покрытий в защитных зонах рядков растений; минимизация обработки почвы при агротехнических уходах с использованием управляемых фрезерных и других рабочих органов;

при лесохозяйственных мероприятиях проведение рубок ухода и реконструкция ЗЛН универсальной машиной для сплошного и выборочного срезания деревьев, кустарников и подрезки вершин стволов и боковых ветвей; сбор и трелевка срезанных деревьев, ветвей и кустарников, а также выкорчеванных пней; проведение профилактики пожаров в сосновых насаждениях с помощью технических средств, осуществляющих мульчирование или удаление хвойной подстилки.

Назрела острая необходимость создания и использования электронных систем управления многооперационными машинами, систем автоматизации лесомелиоративных работ в условиях, не обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их сангигиену (при работе на склонах, барханных песках, в зонах пожаров и с химическими препаратами).

## 17. ЭКОНОМИКА ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ

### 17.1. Защитные леса и ЗЛН как особые фонды народного хозяйства. Экономическая классификация основных видов ЗЛН

Защитные лесные насаждения, оказывая одновременно положительное влияние на климат и водный режим больших территорий, повышение продуктивности сельскохозяйственных земель и производительности труда в таких отраслях народного хозяйства, как энергетика и транспорт, улучшают общие условия жизни человека и, таким образом, решают основную задачу подъема производительных сил страны.

ЗЛН, созданные трудом человека с максимальным использованием производительных сил природы на их выращивание, по своей экономической сути являются основными фондами. Это особый биологический вид основных фондов, положительные свойства которого по мере роста только увеличиваются в отличие от машин и орудий, поливных устройств и механических средств защиты.

К основным фондам сельскохозяйственного производства относятся и плодоносящие многолетние насаждения (сады, ягодники, виноградники, цитрусовые и чайные плантации).

Для решения вопроса о месте тех или иных типов ЗЛН в общей структуре производственных фондов народного хозяйства профессором А. А. Сенкевичем разработана следующая экономическая классификация.

*Защитные леса лесного фонда как особые фонды народного хозяйства.* Водоохранные и почвозащитные массивы, запретные полосы вдоль крупных рек, заповедники, зеленые зоны городов, рабочих поселков и курортов, лесные участки, прилегающие к дорожным магистралям, специальные лесные зоны, равно как и вновь созданные силами и средствами лесхозов государственные лесные полосы и дубравные массивы на водоразделах, лесные культуры по берегам рек и крупных водохранилищ, аналогично запасам геологического сырья, водным и другим природным ресурсам находятся на особом учете государства и представляют собой общенародный фонд, который не подлежит какому-либо разделу ни между гражданами, ни между хозяйствами.

Многогранное хозяйственное и защитное значение лесов первой группы выходит за пределы экономического содержания основных и оборотных фондов предприятия. В территориальном и административном отношении они находятся в ведении лесхозов, сохранность древостоев и закладка новых лесных культур осуществляется за счет операционных средств госбюджета, выделяемых на лесное хозяйство.

*ЗЛН в составе основных фондов дорожно-транспортных организаций и крупных гидроузлов.* Защитные насаждения, создаваемые в полосах отчуждения автомобильных и железных дорог, водно-оросительных устройств, входят составной частью в каждый технический комплекс дистанции пути, плотины и шлюзов гидроузла, магистральных каналов с соответствующей денежно-материальной оценкой как основные фонды народного хозяйства. Согласно планово-финансовым нормативам на прокладку шоссейных дорог, стоимость озеленения составляет от 4 до 9% общей суммы капиталовложений на профилирование и покрытие полотна.

Лесопосадки вдоль железных и шоссейных дорог защищают пути от снежных заносов, засыпания песком и мелкоземом; линии связи и электроподвеску от разрушения ураганами; движущийся транспорт от встречных и боковых ветров. В результате сокращаются расходы по эксплуатации путей и дорожного полотна, по техническому надзору за автоблокировкой и другими коммуникациями; ускоряется движение поездов и автомашин.

Обсадка деревьями и кустарниками откосов плотин и шлюзов на гидроузлах и магистральных каналах предохраняет их от волнобоя, а акватории водохранилищ от излишнего испарения и заиления. Все это обеспечивает повышение производительности гидроэлектростанций, экономичность и долговечность ирригационных систем.

*Агролесомелиоративные насаждения как основные фонды сельскохозяйственного производства.* Агролесомелиоративные насаждения включают полеззащитные и противоэрозионные лесные полосы, ветроломы вокруг садов и виноградников, лесопосадки вдоль оросительных каналов, вокруг животноводческих помещений, пастбище-защитные полосы, зеленые зоны и др. Они создаются за счет капиталовложений государства силами мехлесхозов и межлесхозов, а также средствами самих землепользователей, равно как плодоносящие сады, виноградники, и являются основными производственными фондами того хозяйства, на землях которого они выращены.

Агролесомелиоративные насаждения здесь выступают как по-

стоянный фактор непрерывно возрастающего плодородия земли. С защитными лесными полосами поля переходят в более высокий класс почвенного кадастра. Урожайность сельскохозяйственных культур здесь всегда выше, чем на открытых полях. Эта прибавка урожайности наиболее заметна в неблагоприятные засушливые годы. Хозяйства, в которых создана система агролесомелиоративных насаждений, получают определенное количество дополнительной продукции растениеводства, а также имеют лучшие условия содержания скота.

Защитные и плодоносящие многолетние насаждения в дореформенный период принимались на баланс основных средств совхозов и колхозов в сумме фактических затрат по их выращиванию до эксплуатационного возраста. В колхозах они входили в состав неделимых фондов. В период реформирования в тех хозяйствах, которые не подверглись разделу на паевые участки для членов этих хозяйств и в которых не произошел раздел основных фондов, сохранились в составе основных фондов и ПЗЛП. Там, где произошел распад колхозов и совхозов с образованием индивидуальных крестьянских (фермерских) хозяйств, ЗЛН оказались бесхозными.

*Хозяйственные насаждения как оборотные фонды сельхозпредприятий.* В настоящее время создание ПЗЛП повсеместно свелось к минимуму. В основном проводится облесение песков, оврагов и балок, а также других неиспользуемых в сельском хозяйстве земельных участков.

Облесение неудобных земель в экономическом отношении принципиально отличается от создания собственно агролесомелиоративных насаждений. Основным хозяйственным результатом этого лесоразведения является ликвидный запас древесины – будущий предмет труда. Затраты на создание лесонасаждений хозяйственного значения принимаются на баланс сельхозпредприятий, на землях которых они созданы, а наращиваемая здесь древесная масса до возраста спелости и отвода насаждения в рубку учитывается по незавершенному производству. Таким образом, хозяйственные лесонасаждения относятся к оборотным фондам лесохозяйственного производства сельхозпредприятий.

Искусственно созданные леса хозяйственного значения не следует смешивать с лесами естественного происхождения, находящимися в пользовании сельхозпредприятий. Эти лесные угодья не оцениваются и не принимаются на баланс сельскохозяйственных предприятий.

*Озеленительные насаждения городов и населенных пунктов как основные производственные фонды коммунального хозяйства.* К этой

группе относятся насаждения вокруг сельских населенных пунктов, а также парки, аллеи, скверы и другие объекты озеленения городов, рабочих поселков, усадеб. Они улучшают санитарно-гигиеническое состояние селитебной территории: защищают дома и людей от солнцепека и холодных ветров, задерживают пыль и осаждают ее на своих кронах, поглощают вредные газообразные соединения и углекислый газ, выделяют кислород и дезинфицирующие фитонциды. Использование этих насаждений в рекреационных целях обеспечивает полноценный отдых, способствует повышению производительности труда, а регулярное их посещение оказывает оздоравливающее воздействие на человека.

Озеленительные насаждения относятся к основным непроизводственным фондам потребительского назначения, находящимся в ведении коммунального хозяйства. Они создаются и поддерживаются за счет госбюджетных ассигнований и средств местных бюджетов.

*Молодые лесонасаждения как оборотные производственные фонды.* Все молодые лесные и садовые посадки в период выращивания (до смыкания крон или плодоношения) находятся в стадии незавершенного производства подобно объектам переходящего строительства и в состав действующих основных фондов входить не могут. В период роста и формирования насаждения являются предметом труда и заботы лесоводов, агролесомелиораторов, садоводов. Поэтому они выступают как оборотные производственные фонды (как скот на откорме).

В этой классификации в экономическом плане обобщены и представлены многообразные и широкие функции искусственно созданных защитных лесов и агролесомелиоративных насаждений в едином процессе преобразования природных условий сельского хозяйства, а также показано их место в структуре средств производства народного хозяйства. Классификация предназначена для использования плановыми органами при определении источников финансирования различных объектов защитного лесоразведения и порядка возмещения государству этих капитальных вложений.

## **17.2. Состав и структура затрат на создание и выращивание ЗЛН**

Успешное выращивание ЗЛН в степных условиях возможно лишь при соблюдении научно разработанных технологических приемов и связано с определенными материальными и денежными затратами: расходы на разработку проектно-сметной документации, перенос проекта в натуру, отвод земель, подготовку почвы, посадку; стоимость посевного

и посадочного материала, включая погрузочно-разгрузочные работы и его перевозку; дополнение, уход за почвой, лесоводственные уходы.

При разработке проектов на создание лесных полос в состав работ входят подбор и изучение материалов обследований и проектных проработок; установление в натуре границ проектируемых выделов и нанесение их на карту с описанием в полевом журнале; изучение лесорастительных условий и эродированности территорий; определение местонахождения закладки новых защитных насаждений; разработка схемы смешения древесно-кустарниковых пород, агротехники создания и ухода за ними; составление сметной документации, написание пояснительной записки, составление и оформление чертежей, составление рабочего чертежа перенесения проекта в натуру, освидетельствование, исправление замечаний. В зависимости от природной категории сложности затраты на проектные работы по защитному лесоразведению в расчете на 1 га составляют 100-145 руб в действующих ценах, а затраты труда 1,1-1,6 чел.-дня.

Следующий этап создания ЗЛН – подготовка почвы под посадку. От ее качества зависит приживаемость и долговечность насаждений. Уход за ними проводится в течение 5 лет. За этот период осуществляется 14 культиваций междурядий, 9 механизированных уходов в рядах и междурядьях одновременно, 2 ручных ухода в год посадки и 5 основных перепахашек междурядий и закراек.

Помимо прямых затрат в себестоимость работ по защитному лесоразведению входят накладные расходы, плановые накопления, лимитированные затраты. Так, прямые затраты (проектные работы, подготовка почвы, посадка, уходы) на создание ПЗЛП в Волгоградской обл. в ценах 2002 г. составили в степной зоне 5336 руб, в сухостепной и полупустынной 6877 руб/га. Накладные расходы, включающие всевозможные начисления, – около 50% от общей суммы затрат (50,9% в первом случае и 51,5% во втором), которая равнялась соответственно 8053 и 10420 руб.

Период реформирования экономики страны в связи с постоянной инфляцией характеризуется резкими скачками и диспаритетом цен на промышленные товары и сельскохозяйственную продукцию. Поэтому наряду со стоимостными показателями, имеющими существенные колебания, связанные с политикой ценообразования, нормативной базой и степенью экономической обоснованности цен, необходимо дать объективную оценку затратам на создание ЗЛН, каковой и является оценка в энергетических единицах. Энергетическая оценка определяет уровень общественно необходимых видов затрат энергии

в процессе выращивания ЗЛН.

Совокупный расход энергии годовой или на весь цикл выращивания лесного насаждения

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i, \quad (17.1)$$

где  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  – индекс вида затрат энергии в процессе производства;  $Q_1$  – затраты совокупной энергии, вложенной трудовыми ресурсами;  $Q_2$  – затраты энергии на производство тракторов, почвообрабатывающих и лесохозяйственных орудий, автотранспорта;  $Q_3$  – затраты энергии на все виды горючих и смазочных материалов (ГСМ);  $Q_4$  – затраты энергии на посевной и посадочный материал;  $Q_5$  – затраты энергии на производство минеральных удобрений, гербицидов, пестицидов;  $Q_6$  – затраты электроэнергии.

В табл. 17.1 приведены энергетические затраты на создание различных видов ЗЛН по природным зонам. Структура энергетических затрат несколько отличается от структуры затрат в стоимостном выражении и лучше отражает реальные затраты трудовых ресурсов и овеществленного труда (в % от прямых затрат): труда – 3,5, машин и орудий – 64,0, автотранспорта – 8,3, ГСМ – 16,2, химикаты – 8,0.

Таблица 1

**Совокупные затраты энергии на создание различных видов ЗЛН**

Природная зона	Количество энергии, МДж/га, по видам затрат							
	труд	машины и орудия	ГСМ	автотранспорт	химикаты	итого прямые	косвенные	всего
<i>Полезащитные лесные полосы</i>								
Лесная	558	5417	1431	790	1275	9471	5370	14841
Степная	687	5989	1617	941	1595	10829	6140	16969
Сухостепная	359	9483	2350	1177	1997	15366	8712	24078
Полупустынная	580	17093	3821	1867	1032	24393	13831	38224
<i>Приовражно-прибалочные насаждения</i>								
Лесная	359	6859	2041	1024	620	10903	6182	17085
Степная	382	8440	2339	1193	620	12974	7356	20330
Сухостепная	813	12276	2920	1436	1032	18477	10476	28953
Полупустынная	309	19100	4276	2063	1032	26780	15184	41964
<i>Лесополосы вдоль дорог внутрихозяйственного значения</i>								
Для всех зон	360	5762	3857	1807	975	12761	7235	19996
<i>Пастбищезащитные лесные насаждения</i>								
Сухостепная полупустынная (на песках)	214	531	234	262	516	1757	1012	2769



### **17.3. Форма возмещения затрат на выращивание ЗЛН, нормы амортизации**

Стоимость основных производственных фондов, каковыми являются и ЗЛН, в процессе труда частями переносится на вновь созданную продукцию, а сами эти фонды в течение ряда лет остаются действующими. Перенесение стоимости основных средств производства на ежегодно получаемую в сельхозпредприятиях продукцию проводится постепенно в течение всего срока их службы путем амортизационных отчислений. Таким образом, амортизация является источником воспроизводства основных фондов предприятия, постепенно используемых в процессе производственно-хозяйственной деятельности. Как экономическая категория, она отражает среднеотраслевое снашивание средств производства, а в своей стоимостной форме представляет прежний труд, овеществленный в машинах, сооружениях, многолетних насаждениях и других видах основных фондов. Являясь составным элементом себестоимости продукции и услуг, амортизация отражает потребление средств труда. По мере реализации продукции соответствующего года амортизационные отчисления поступают на расчетный счет предприятия вместе с выручкой от реализованной продукции и являются источником накопления средств для последующего частичного (ремонт, модернизация) или полного (реновация) их восстановления. Суммы амортизационных отчислений, направляемые на восстановление потребительной стоимости изношенных средств труда, являются одним из источников расширенного воспроизводства основных фондов.

Амортизационные отчисления проводятся на основе норм амортизации, представляющих собой определенные части первоначальной стоимости основных фондов, определяемой суммой капитальных затрат на их создание.

Суммы амортизационных отчислений из года в год должны возрастать, так как возрастает количество применяемых средств труда. А нормы амортизации в связи с развитием техники, технологии и организации производства должны периодически пересматриваться. Все эти положения относятся и к ЗЛН, как основным фондам.

Так, первоначально для всех многолетних насаждений независимо от характера участия в производстве и различных сроков службы (ПЗЛП, озеленительные насаждения, сады и ягодники) ежегодно начислялась амортизация в размере 2,5% первоначальной стоимости.

Проф. А. А. Сенкевичем был разработан дифференцированный расчет норм амортизации для различных видов ЗЛН.

Нормы амортизации  $H_v$  на полное возобновление полезационных, приовражных, придорожных лесных полос рассчитываются по формуле

$$H_v = \frac{100}{A_{\Pi}}, \quad (17.2)$$

где  $A_{\Pi}$  – амортизационный период, т. е. экономически целесообразный срок службы.

При этом ликвидационная стоимость древостоев оставляется за балансом расчетов. С учетом порослевой способности большинства лиственных пород и целесообразности 1-2-кратного омоложения древостоев целесообразный срок службы ЗЛН определен в пределах 50-100 лет в зависимости от лесорастительных условий и возраста рубок омоложения.

Нормы амортизации на ремонт многолетних насаждений  $H_{рм}$  определяется также в процентах от их восстановительной стоимости по формуле

$$H_{рм} = \frac{P_d}{V_{ср} A_{\Pi}} \cdot 100, \quad (17.3)$$

где  $P_d$  – расходы на дополнение и реконструкцию насаждений;  $V_{ср}$  – средняя восстановительная стоимость конкретного насаждения.

В соответствии с этими расчетами общая норма амортизации для насаждений из твердолиственных и хвойных пород (дуб, сосна, лиственница, береза, ясень и др.) была принята 2,0%, в т. ч. на капитальный ремонт 0,5 и на полное восстановление 1,5; для насаждений из быстрорастущих пород (тополь, клен ясенелистный, акация, вяз и др.) – 3,5% и соответственно – 1,0 и 2,5%.

Однако в этих нормах амортизации не учитывается тот факт, что экономически целесообразный срок службы (долговечность) древесных пород в ЗЛН в большой степени зависит от природно-климатических условий, а без учета этого нормы амортизации не обеспечат накопление средств на полное их восстановление. Отдел экономики ВНИАЛМИ разработал нормы амортизации для ЗЛН. Эта работа была осуществлена под руководством канд. с.-х. наук В. М. Трибунской. На основе анализа и обобщения литературных данных по вопросам долговечности древесных пород в ЗЛН были установлены реальные возраст рубок на порослевое возобновление и общая долговечность древесных пород в различных природных зонах. Общая долговечность (срок службы насаждений) принята с учетом одного семенного и одного порослевого поколения.

При этом имелось в виду, что если восстановительные рубки не проводятся, то срок службы насаждений ограничивается возрастом наступления полного разрушения древостоя. Так, для насаждений с главной породой дубом в лесостепной зоне установлена общая долговечность 80 лет, в том числе семенного поколения 50, порослевого 30 лет, а одного семенного 72 года. В сухостепной зоне общая долговечность тех же насаждений снижается до 50 лет, в т. ч. семенного поколения до 35 лет, порослевого до 15, одного семенного до 42 лет.

Размер норм амортизации принят общим для всех групп ЗЛН (ПЗЛП, приовражно-прибалочные, вокруг прудов и водоемов, насаждения на песках и на пастбищах, вдоль дорог и т. д.), хотя они и должны выполнять различные защитные функции.

С учетом того, что большая часть ЗЛН находится в степной зоне, в качестве основной (единой) нормы амортизации была принята норма, разработанная для этой зоны (табл. 17.2).

Таблица 17.2

**Единые нормы амортизационных отчислений на ЗЛН,  
% к их балансовой стоимости**

Характеристика ЗЛН	Шифр	Общая норма амортизационных отчислений	В том числе	
			на капитальный ремонт	на полное восстановление
Насаждения с главной породой дубом	100000	3,3	1,4	1,9
Насаждения из хвойных пород (сосна, лиственница)	-	3,1	0,9	2,2
Насаждения из акации белой, березы, гледичии и др.	100001	4,0	1,5	2,5

К предлагаемым нормам амортизации рекомендуются поправочные коэффициенты: в лесостепи 0,8 для насаждений из дуба, 0,9 для остальных пород; в сухой степи 1,1 для дуба и хвойных, 1,2 для остальных пород; в полупустыне 1,7 для всех пород. Приведенные нормативы и поправочные коэффициенты к ним утверждены Постановлением СМ СССР от 14 марта 1974 г. № 183, введены в действие с 1 января 1975 г. и действуют по настоящее время.

Перенесение суммы амортизационных отчислений на себестоимость продукции и услуг проводится по суммарной норме амортизации. Один гектар лесных полос в зрелом возрасте обеспечивает ежегодную прибавку урожая зерновых культур около 80 ц. На себестоимость 1 ц дополнительной продукции приходится всего 6-8 руб (в действующих ценах) амортизационных отчислений с затрат на лесные полосы.

## 17.4. Нормативы прибавок урожая сельхозкультур

Разработка стратегии развития народного хозяйства страны, в том числе сельскохозяйственной отрасли, невозможна без исходной нормативной базы, т. е. объективных придержек для разработки перспективных и текущих планов. Она включает совокупность прогрессивных норм и нормативов.

По определению В. М. Трибунской, под нормативами понимаются расчетные величины затрат рабочего времени, материальных и других ресурсов, применяемых в нормировании, планировании и управлении производством и хозяйственной деятельностью предприятий. Они определяются в натурально-вещественной и стоимостной формах и выражаются абсолютной или относительной величиной. Иными словами, нормативы – показатели, характеризующие степень относительного использования ресурсов.

Такая нормативная база для агролесомелиорации была разработана в отделе экономики ВНИАЛМИ совместно с республиканскими и региональными НИИ лесного и сельского хозяйства (УкрНИЛХА, ВНИИЗиЗПЭ, СредазНИИЛХ и др.) и проектным институтом Союзгипролесхоз. Она включает нормативы прибавок урожая основных сельхозкультур по природно-климатическим зонам и экономическим районам страны, нормы амортизационных отчислений по ЗЛН, нормативы затрат на создание ПЗЛП, облесение оврагов, балок, берегов рек, водоемов, песков и горных склонов, нормативы экономической эффективности капитальных вложений в защитное лесоразведение.

Нормативы прибавок урожая важнейших сельхозкультур вследствие мелиоративного влияния ПЗЛП разработаны под методическим руководством ВНИАЛМИ (В. М. Трибунская). При разработке нормативов были использованы материалы экспериментальных исследований 1961-1982 гг., проводившихся в производственных условиях на землях сельскохозяйственных предприятий. Для определения прибавок урожая от влияния лесных полос использовались метод сравнения аналогичных по природно-климатическим условиям пар полей с одинаковой агротехникой возделывания сельхозкультуры (способ подготовки почвы и уход за посевами, сроки сева и уборки, предшественники и др.), отличающихся только наличием или отсутствием зеленой защиты, а также метод учета урожая на различном расстоянии от лесной полосы. В качестве контроля при этом принималась середина поля, куда не достигало влияние полос. Нормативы разработаны от-

дельно для орошаемых и неорошаемых земель. В целом по стране использованы результаты 4559 опытов, в том числе 636 на орошаемых землях. В табл. 17.3 приведены средние по РФ прибавки урожая основных сельхозкультур на 1 га защищенного поля.

Таблица 17.3

**Нормативы прибавок урожая от мелиоративного влияния ЗЛН в целом по РФ (на 1 га защищенного поля)**

Сельхозкультура	Количество наблюдений	Прибавка урожая			
		фактическая		скорректированная на площадь лесных полос	
		ц/га	%	ц/га	%
Зерновые в целом	1187	4,2	27	3,2	21
В т. ч.: пшеница озимая	356	6,9	29	5,0	21
рожь озимая	48	4,2	34	2,9	24
пшеница яровая	393	3,7	32	2,9	27
ячмень яровой	311	4,5	29	3,4	24
кукуруза на зерно	-	7,2	32	5,3	24
просо	48	8,9	40	2,1	29
Сахарная свекла	78	50,0	34	35,9	24
Подсолнечник	32	4,2	37	3,4	29
Кукуруза на силос	212	54,3	42	42,0	32
Однолетние травы (сено)	114	7,2	48	5,8	40
Многолетние травы (сено)	147	6,4	37	4,8	27

Прибавки урожая в относительных величинах бывают выше в более засушливых природных зонах, поскольку в экстремальные по погодным условиям годы влияние лесных полос проявляется наиболее значительно. По многолетним наблюдениям, в лесостепной зоне средняя прибавка урожая зерновых во влажные годы составила 2,2 ц/га (14%), в засушливые 5,1 ц/га (33%), аналогично в степной 2,2 ц/га (14%) и 3,7 ц/га (24%), в сухостепной 2,2 ц/га (24%) и 2,8 ц/га (31%), полупустыне 1,8 ц/га (23%) и 2,5 ц/га (32%).

Если учитывать прибавки не с защищенной части, а со всего окаймленного лесными полосами поля, то величина их при равных условиях произрастания зависит от величины облесенного поля и высоты окаймляющих полос, которая меняется с возрастом, т. е. со степенью его защищенности.

## 17.5. Агролесомелиоративный доход.

### Фактические его размеры на примере передовых хозяйств

ПЗЛП, повышая урожайность, обеспечивают сельхозпредприятиям получение дополнительной продукции растениеводства. Объем ее определяется путем перемножения площадей основных сельхозкультур, находящихся под защитой лесных полос, и средних прибавок урожая. Стоимость дополнительной продукции рассчитывается по средним ценам реализации.

Пастбищезащитные насаждения увеличивают кормовую базу животноводства. Кроме того, зеленые зонты на пастбищах улучшают условия пребывания скота на выпасах, что также положительно влияет на его продуктивность.

Таким образом, агролесомелиоративные мероприятия повышают производительность труда работников сельского хозяйства и снижают себестоимость продукции растениеводства и животноводства. Суммарным денежным выражением эффективности лесных полос является чистый доход сельхозпредприятий от их участия в производстве, который представляет дифференциальную ренту II, получаемую от добавочных капиталовложений в улучшение сельскохозяйственных земель. По сути, этот доход является агролесомелиоративным. В стране давно известны хозяйства, уделявшие большое внимание агролесомелиоративным работам и создавшие на своей территории законченную систему защитных насаждений такие как: бывший совхоз "Гигант", колхоз им. XXII съезда КПСС Ростовской обл., совхозы "Тахтинский", "Темижбекский" Ставропольского края, совхозы "Динамо", "Себряковский", колхоз "Россия" Волгоградской обл., совхозы "Косихинский", "Аврора" Алтайского края и многие другие. Земли этих хозяйств надежно защищены от проявления пыльных бурь, а урожайность сельхозкультур всегда выше, чем в соседних необлесенных хозяйствах.

В период перехода к новым экономическим условиям, когда резко сократилось финансирование на приобретение новой техники, удобрений, элитных семян и пр., ЗЛН остаются надежным средством защиты почв от эрозии и получения высоких урожаев.

Во ВНИАЛМИ изучалась эффективность ЗЛН в различных природных зонах по ключевым хозяйствам: в Волгоградской обл. – СПК "Серп и молот" Новониколаевского района (степная зона), АОЗТ "Верхнебузиновский" Клетского района (сухостепная), СПК племзавода "Палласовский" Палласовского района (полупустыня); в Самар-

ской обл. (лесостепь) – СХПК им. Ленина, ЗАО "Отрада", КФХ Петина, Зольникова, Разумного, Игаева. Указанные хозяйства отличаются размерами, формами землепользования, но все они имеют значительную облесенность пашни – от 2,1 до 3,7%. ПЗЛП протяженностью 12,5 км имеются лишь в КФХ Ю. А. Петина (15 га). Однако многие КФХ граничат с землями лесного фонда, которые также оказывают воздействие на прилегающие поля по их границе. Так, в КФХ Зольникова имеется 18 км опушек лесов; Разумного 10,5 км, Игаева – по 1 км придорожной полосы.

Все насаждения эксплуатационного возраста. В СХПК им. Ленина средний возраст насаждений 25 лет, защитная высота 9-12 м, в ЗАО "Отрада" возраст ЗЛН 45 лет, защитная высота 13 м. У фермера Петина лесополосы в возрасте 20 лет высотой 8,3 м. Насаждения лесного фонда с большим участием дуба в возрасте 40-45 лет имеют защитную высоту 12-13 м.

Защищенная площадь пашни  $S$  в хозяйстве рассчитывается исходя из средневзвешенной высоты  $H$ , дальности влияния ( $25-30H$ ) и протяженности лесных полос  $L$ :  $S = 30H \cdot L$ . Защищенная площадь пашни (сельхозугодий), отнесенная к общей площади и выраженная в процентах, показывает степень защищенности угодий. В крупных сельхозпредприятиях под агроклиматическим воздействием лесных насаждений находится более 40% пашни, в крестьянских хозяйствах более 50%, но есть КФХ, земли которых не облесены совсем.

На основании прибавок урожая от мелиоративного влияния лесных полос в соответствии со структурой посевных площадей рассчитывается дополнительная продукция с защищенной посевной площади (табл. 17.4).

Как видно из таблицы, защитные насаждения в указанных хозяйствах способствуют повышению сбора сельхозкультур, в результате чего землепользователи получают дополнительную продукцию, абсолютная величина которой зависит от прибавок урожая и площади защищенных посевов, а относительная – от базовой урожайности в хозяйствах. В среднем за 1997-2002 гг. среднегодовая прибавка продукции от валовых сборов по хозяйствам Волгоградской обл. составила до 15%; в Самарской – в СХПК им. Ленина 6,5, в ЗАО "Отрада" 10,2, в КФХ 10-24%, в стоимостном выражении соответственно 7,3; 11,5 и 19-23%.

Затраты на освоение дополнительной продукции включают лишь расходы на ее уборку, доработку, транспортировку к местам хранения.

Себестоимость 1 ц основных сельхозкультур, рассчитанная со-

Таблица 17.4

**Дополнительная продукция растениеводства  
и агролесомелиоративный доход, получаемые под защитой лесных полос  
в хозяйствах Волгоградской и Самарской обл.**

Хозяйство	Защищенная площадь пашни, га	Дополнительная продукция, т	Стоимость дополнительной продукции, тыс руб	Затраты на дополнительную продукцию, тыс руб	Агролесомелиоративный доход, тыс руб	
					всего	на 1 га полосы
<i>Волгоградская обл.</i>						
СПК "Серп и молот"	9438	3303	9249,2	1427,0	7822,2	21,6
АОЗТ "Верхнебузуиновский"	9191	3033	8492,4	1310,3	7182,1	15,8
СПК плем. з-д "Палласовский"	8445	2111	5911,5	912,1	4999,4	8,9
<i>Самарская обл.</i>						
СХПК им. Ленина	2484	900	1433,0	164,7	1268,3	13,5
ЗАО "Отрада"	2148	723	1264,7	142,3	1122,4	13,1
КФХ Петина	307	105	207,9	21,8	186,1	12,4
КФХ Зольникова	351	119	195,9	22,9	173,0	-
КФХ Разумного	223	68	115,8	13,2	102,6	-
КФХ Игаева	39	12	20,3	2,3	18,0	-

гласно "Положению об оплате труда" за 2002 г. для хозяйств Самарской обл. без амортизации лесных полос составила, руб: зерновых 15,76, подсолнечника 24,3, сена 9,3.

Амортизационные отчисления со стоимости лесных полос должны учитываться в себестоимости дополнительной продукции. Так, ежегодная сумма амортизационных отчислений со стоимости лесных полос, рассчитанной в современных ценах (в СХПК им. Ленина 1494,4 и в ЗАО "Отрада" 1456,1 тыс руб) в размере 2,5% годовых, равна в СХПК им. Ленина 37,4, в ЗАО "Отрада" 36,4 тыс руб. На себестоимость 1 ц к. е. дополнительной продукции приходится в первом случае 4,15, во втором 5,03 руб амортизационных отчислений.

Агролесомелиоративный доход рассчитывается как разность между стоимостью реализованной дополнительной продукции и ее



себестоимостью. В хозяйствах Волгоградской обл. на 1 га лесных полос приходится агролесомелиоративного дохода в СПК "Серп и молот" 21,6 тыс руб, в АОЗТ "Верхнебузиновский" 15,8, в племзаводе "Палласовский" 8,9; в хозяйствах Самарской обл. около 13 тыс руб.

### **17.6. Агролесомелиоративные насаждения как фактор интенсификации сельскохозяйственного производства**

Развитие сельскохозяйственного производства может идти по двум направлениям: экстенсивному за счет освоения новых земель, расширения пахотных угодий и интенсивному за счет вложения средств производства и труда в единицу земельной площади, применения более эффективного использования современных средств производства, внедрения достижений научно-технического прогресса, повышения культуры ведения хозяйства.

Важнейшей задачей сельского хозяйства на современном этапе его развития является сохранение и рациональное использование земель, повышение плодородия почв, рост урожайности сельхозкультур и повышение продуктивности животных. Основной путь решения этой задачи – интенсификация производства.

Интенсификация сельского хозяйства – экономический процесс, который выражается в росте затрат на гектар земли с целью повышения плодородия почвы, увеличения производства и удешевления сельхозпродукции, улучшения ее качества.

В условиях засушливого климата и неустойчивого земледелия, в которых находится до 80% обрабатываемых земель, где на первом плане находится борьба с эрозией почв, засухами и суховеями, а также накопление и рациональное использование влаги, особо важная роль в интенсификации земледелия принадлежит лесомелиорации. В комплексе с другими мероприятиями по повышению экономического плодородия почв она придает устойчивость сельскохозяйственному производству, обеспечивает неуклонный рост урожая культур и продуктивности животных. В настоящее время в стране создано 2750,3 тыс га ЗЛН, в том числе ПЗЛП 1233,3 тыс га, противоэрозионных насаждений 1007,9, насаждений на аридных пастбищах 97,1, на песках 360,3, вокруг поселков и полевых станций 36,4, по берегам рек и водоемов 15,6 тыс га. Дополнительная продукция, ежегодно получаемая от воздействия ЗЛН, составляет около 12 млн т в переводе на зерно.

Экономисты различают две стороны процесса интенсификации – уровень интенсивности производства и эффективность интенсификации. Уровень интенсивности отражает состояние основных элементов производства (объем и структуру вложений, площадь и характер земельных угодий), насыщенность хозяйства наиболее действенными средствами производства. Эффективность интенсификации характеризует степень их использования и достигнутый результат.

Для определения уровня интенсивности производства и ее эффективности используют системы показателей, включающие общие и частные, стоимостные и натуральные, главные и дополнительные показатели, каждый из которых отражает какую-либо одну сторону сущности интенсификации дополняя их.

В сельскохозяйственном производстве одним из важнейших стоимостных показателей, определяющим уровень интенсификации является размер и структура основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения, приходящихся на 1 га земельной площади. Второй показатель уровня интенсивности производства – текущие производственные затраты: оплата труда и амортизация основных фондов в расчете на единицу используемой земельной площади. Повышая уровень интенсивности производства, хозяйства совершенствуют материально-техническую базу, обеспечивают рост валовой сельскохозяйственной продукции.

Определяя роль ЗЛН в интенсификации сельского хозяйства проф. А. А. Сенкевич и В. И. Коптев использовали такие показатели, как рост объемов основных фондов сельского хозяйства на гектар защищенной пашни и валовой (дополнительной) продукции, рост прибыли на гектар посевов, снижение себестоимости выращивания сельхозкультур.

По определению В. М. Трибунской, ни сама площадь созданных лесных насаждений, ни общая облесенность угодий не являются показателями уровня интенсивности производства, так как защищенность сельхозугодий при равном объеме ЗЛН может быть разной. Так, в хозяйствах Ростовской обл. при большей площади всех насаждений облесенность намного выше, чем в Краснодарском крае (4,0 и 3,1%), но в крае под защитой лесных полос находится около 55% пашни, а в области – только 37%. В Волгоградской обл. лесных полос больше, чем в Краснодарском крае, а защищают они около 12% пашни. Зависит это от вида насаждений (дальность влияния линейных насаждений больше, чем групповых, полезащитных больше, чем приовражно-

прибалочных, и т. д.); от конструкции и высоты лесных полос, условий произрастания, и т. д. Если рассматривать защищенность пашни как один из натуральных показателей интенсивности земледелия, то он самый высокий в Краснодарском крае.

Стоимостным показателем уровня интенсивности производства являются капитальные вложения в агролесомелиорацию, приходящиеся на 100 га мелиорируемых угодий. Балансовая стоимость взрослых лесных полос, принятых в эксплуатацию в Краснодарском крае, составляет 25,2 млн руб, в Ростовской обл. 13,0, Волгоградской 16,1, Алтайском крае 13,2, в Кустанайской обл. 0,6 млн руб (в дореформенных ценах). В результате принятых на баланс защитных насаждений прирастает фондообеспеченность облесенных хозяйств и повышается уровень интенсивности производства.

Эффективность интенсификации выражается в получении максимума продукции с единицы земельной площади и достижении более высокой экономической эффективности производства. Основными результативными показателями эффективности интенсификации являются: урожайность сельхозкультур, выход валовой продукции земледелия и животноводства в целом, на единицу площади угодий и на 1 руб основных фондов.

На мелиорируемой лесными полосами пашне хозяйства получают более высокие урожаи сельхозкультур: зерновых на 15-22%, технических и кормовых на 25-40%. В соответствии с различными прибавками и площадями пашни хозяйства, находящиеся под защитой лесных полос, получают различное количество дополнительной продукции. Стоимостными показателями являются дополнительная продукция в денежном выражении, а также рост производства продукции на 100 га земельной площади.

Среди показателей эффективности производства большое значение имеет фондоотдача – выход валовой продукции на 1 руб основных производственных фондов.

В постперестроечный период, несмотря на диспаритет цен на технику, энергоносители и сельскохозяйственную продукцию, фондоотдача капитальных вложений в лесомелиорацию в несколько раз превышает ее в растениеводстве и в целом по хозяйствам (табл. 17.5).

Таким образом, капитальные вложения в защитное лесоразведение намного ускоряют и повышают эффективность процессов интенсификации сельскохозяйственного производства.

Таблица 17.5

**Фондоотдача ЗЛН и основных производственных фондов  
сельскохозяйственного назначения в хозяйствах Самарской обл.**

Показатель	СХПК им. Ленина	ЗАО "Отрада"
Балансовая стоимость лесных полос, тыс руб	1494,40	1215,30
Стоимость дополнительной продукции от влияния ЗЛН, тыс руб	1433,00	1264,70
Фондоотдача в лесомелиорации, руб	0,96	1,04
Среднегодовая стоимость основных средств растениеводства, тыс руб	75739,00	2081,00
Стоимость валовой продукции растениеводства, тыс руб	7993,00	7154,00
Фондоотдача в растениеводстве	0,11	0,34
Среднегодовая стоимость всех основных производственных фондов, тыс руб	98314,00	28202,00
Стоимость валовой продукции, тыс руб	17349,00	14829,00
Фондоотдача сельскохозяйственного производства в целом, тыс руб	0,18	0,52

**17.7. Экономическая эффективность и рентабельность  
капитальных вложений в защитное лесоразведение**

Темпы развития сельского хозяйства зависят не только от размеров капитальных вложений, но и от их эффективного использования, от того, насколько велика отдача. Эффективность капитальных вложений в лесную мелиорацию обусловлена многофункциональной ролью лесных насаждений и определяется отношением ежегодного суммарного (общего) эффекта, получаемого от лесных полос, к сумме затрат на их создание. Этот показатель сравнивается с нормативным коэффициентом эффективности в целом по стране, равным 0,14, по сельскому хозяйству 0,07. Капитальные вложения используются эффективно, если рассчитанный коэффициент не ниже нормативного.

ПЗЛП, повышая урожайность и обеспечивая получение определенного количества дополнительной продукции, непосредственно участвуют в сельскохозяйственном производстве в качестве средств труда. Степень положительного воздействия агролесомелиорированных насаждений зависит от природных факторов (климат, почвы, рельеф и т. д.), применяемой системы земледелия и организационно-экономических условий производства. Главным денежным выражени-

ем эффективности ПЗЛП является агролесомелиоративный доход сельскохозяйственных предприятий. Так же рассчитывается эффект от СЛП, полос вокруг садов, виноградников.

В табл. 17.6 приведена экономическая эффективность капитальных вложений в полезное лесоразведение по ряду хозяйств Волгоградской обл., расположенных в различных природных зонах.

Таблица 17.6

**Эффективность защитного лесоразведения в Волгоградской обл.**  
**Числитель – на всю площадь лесных полос, знаменатель – на 1 га**

Хозяйство (природная зона)	Площадь лесных полос, га	Затраты		Стоимость дополни- тельной продукции, тыс руб	Агролесомелиоративный доход	
		на со- здание лесных полос, тыс руб	на допол- нительную продук- цию, тыс руб		тыс руб	руб на 1 руб затрат
СПК "Серп и молот" (степ- ная)	$\frac{363}{1}$	$\frac{2940,3}{8,1}$	$\frac{1427,0}{3,9}$	$\frac{9249,2}{25,5}$	$\frac{7822,2}{21,6}$	2,70
АОЗТ "Верх- небузиновское" (сухостепная)	$\frac{455}{1}$	$\frac{4732,0}{10,4}$	$\frac{1310,3}{2,9}$	$\frac{8492,4}{18,7}$	$\frac{7182,1}{15,8}$	1,52
СПК плем. з-д "Палласовский" (полупустыня)	$\frac{563}{1}$	$\frac{5855,2}{10,4}$	$\frac{912,1}{1,6}$	$\frac{5911,5}{10,5}$	$\frac{4999,4}{8,9}$	0,85

В хозяйствах Самарской обл. (СХПК им. Ленина, ЗАО "Отрада", КФХ Петина), расположенных в переходной зоне от лесостепи к степи, коэффициент эффективности капитальных вложений в лесомелиорацию равен 0,85-1,23, тогда как в других отраслях (растениеводстве и в целом по хозяйству) он колеблется в пределах 0,03-0,08.

В ежегодный положительный эффект противоэрозионных лесных насаждений входит прибыль от реализации дополнительной продукции растениеводства. Объем дополнительной продукции, получаемой в результате мелиоративного действия противоэрозионных насаждений и прибыль от ее реализации определяются так же, как и для ПЗЛП. При расчете защищенной площади лесных полос зона влияния для приовражных и прибалочных полос принята 15Н, стокорегулирующих 25Н, а средние прибавки урожая основных сельхозкультур, рассчитанные во ВНИАЛМИ, следующие: зерновых в целом 3,5 ц/га, озимой пшеницы 5,6, яровой пшеницы 2,9, ярового ячменя 3,1, подсолнечника 1,9, куку-

рузы на силос 32, многолетних трав (сено) 5,8 ц/га.

Положительный эффект ЗЛН для целей животноводства включает в себя прибыль от реализации дополнительной продукции животноводства, получаемой в результате роста урожая кормовых культур на защищенных пастбищах. В полупустынных и пустынных условиях создание мелиоративно-кормовых насаждений увеличивает урожай кормовой массы пастбищной растительности в 1,5-2 раза и больше. Гектар таких насаждений дает до 7-9 ц дополнительной кормовой массы.

Исходя из утвержденных норм кормления животных, можно рассчитать дополнительное количество голов скота, содержащегося за счет прироста сборов кормовых культур, и прибыль от его реализации. Кроме того, улучшение условий содержания скота (зеленые зонты на выпасах и водопоях, зеленая защита ферм и загонов) также способствует увеличению продуктивности и сохранности животных. Живой вес взрослого поголовья овец на защищенных пастбищах увеличивается на 7-15, ягнят на 12-14%, настриг шерсти на 10-11%, сохранность ягнят и овцематок на 2-6%.

Прибыль от реализации дополнительной продукции животноводства исчисляется как разница между стоимостью этой продукции и затратами на ее производство. Прибыль, отнесенная к затратам на выращивание пастбищных насаждений, представляет собой коэффициент эффективности этого вида капвложений.

При наличии в хозяйстве различных ЗЛН общий экономический эффект от них определяется как сумма эффекта от всех их видов.

Помимо мелиоративной роли ЗЛН в малолесных условиях степной, сухостепной и полупустынной зон служат источником возможного получения некоторого количества древесины при проведении рубок ухода и лесовосстановительных рубок. Пробные площади, заложенные в наиболее типичных насаждениях различных природно-климатических зон страны, позволили определить древесную продуктивность лесных полос. Так, на одной из пробных площадей в лесной полосе Зимовниковского конезавода № 163 Ростовской обл. (сухостепная зона) акация белая в возрасте 14 лет имела среднюю высоту 9,5 м, средний диаметр 8,1 см, число стволов 2200 шт/га, бонитет I. Запас древесины составляет 78,5 м<sup>3</sup>/га, в т. ч. деловой 38 м<sup>3</sup>/га, из которой можно получить следующие сортименты: 9 м<sup>3</sup> подтоварника, 6 м<sup>3</sup> баланса, 21 м<sup>3</sup> жердей, 2 м<sup>3</sup> кольев. По действующим в дореформенный период таксам на древесину на корню этот запас древесины оценивался 298 руб, что было вполне сопоставимо с затратами на посадку полосы (330 руб).

Средозащитные функции ЗЛН оцениваются как экономия средств за счет предотвращения или сокращения ущерба от ветровой, водной эрозии почв, засух и суховеев. Прямой ущерб от эрозии и дефляции почв выражается в снижении почвенного плодородия. Для его восстановления требуется внесение соответствующих доз минеральных и органических удобрений, что влечет большие денежные и материальные затраты. Известно, что сильная деградация почв связана с потерей 75% почвенного горизонта (А + В), средняя 50, слабая 25. В результате размыва почв, ведущего к образованию оврагов, происходит потеря площади за счет оврагов и участков земель, находящихся между отвершками и недоступных для обработки.

К косвенным последствиям эрозионных процессов можно отнести снижение урожая на обедненных деградированных почвах: на слабосмытых почвах до 20%, среднесмытых до 40, сильносмытых до 60%.

Роль лесных полос в предотвращении ущерба от эрозии и дефляции почв на фоне современных агротехнологий изучалась в Волгоградской обл. сравнением групп административных районов с различной облесенностью территорий в степной и сухостепной природных зонах. В степной зоне в первую (облесенную) группу вошли районы с облесенностью сельхозугодий от 3,9 до 2,8%, во вторую (малооблесенную) – менее 2,8. В сухостепной в первую группу объединены районы с облесенностью сельхозугодий 3,4-3,2%, во вторую – менее 2,0%. Площадь эродированных земель и ущерб от эрозии по указанным группам в расчете на 100 га сельхозугодий приведены в табл. 17.7.

Таблица 17.7

**Площадь эродированных земель и ущерб от эрозии  
в зависимости от облесенности сельхозугодий по группам  
административных районов Волгоградской обл. (в расчете на 100 га)**

Группа районов	Облесенность с.-х. угодий, %	Эродировано сельхозугодий, га				Ущерб от потери плодородия, тыс руб	Ежегодный недобор продукции	
		сильно	средне	слабо	всего		ц к. е.	тыс руб
<i>Степная зона</i>								
I	3,9-2,8	5,8	6,0	15,7	27,5	1150,5	197,2	9,1
II	2,7-1,0	4,3	7,4	24,4	36,1	1252,5	228,0	10,5
Разность		-1,5	1,4	8,7	8,6	102,0	30,8	1,4
<i>Сухостепная зона</i>								
I	3,4-3,2	4,4	4,6	18,3	27,3	689,3	159,9	7,4
II	2,1-1,0	4,4	7,5	24,9	36,8	890,9	208,6	9,6
Разность		-	2,9	6,6	9,5	201,2	48,7	2,2

Как видно из таблицы, в более облесенных районах как в степной, так и в сухостепной зоне в расчете на 100 га сельхозугодий эродированных земель значительно (на 23,8-25,8%) меньше, чем в малолесных. Разница в ущербе от эрозии почв, подсчитанном по стоимости удобрений, эквивалентных утраченным питательным элементам, составляет 102-201,2 тыс руб. Соответственно ежегодный недобор продукции на эродированных землях в облесенных районах меньше на 30,8-48,7 ц к. е., что в денежном выражении составляет 1,4-2,2 тыс руб.

Ветровая эрозия в настоящее время проявляется в земледельческих регионах страны повсеместно. Она вызвана сильной распаханностью угодий, недостаточной их облесенностью, несовершенной обработкой почв. Как правило, ветровая эрозия проявляется в засушливые годы – каждый третий-четвертый год. В комплексе мероприятий по борьбе с дефляцией почв и пыльными бурями ведущее место принадлежит ПЗЛП.

В 1984 г. на Северном Кавказе и в Поволжье в течение продолжительного времени повторялись пыльные бури, особенно сильными они были в Ростовской обл. и на юге Волгоградской. Интенсивное выдувание почвы и повреждение озимых мелкоземом началось с февраля и продолжалось весь март и апрель. В Обливском районе Ростовской обл. (степная зона с преобладанием южных черноземов и темно-каштановых почв) в январе – феврале 1984 г. при отсутствии снежного покрова, значительном понижении температуры воздуха, сильных восточных ветрах (до 22 м/с) и почти полном отсутствии осадков (2% нормы) наблюдались пыльные поземки. Весной быстро нарастала температура воздуха и почвы, количество весенних осадков было недостаточным. За весенний период было 23 дня с пыльными поземками, переходящими в пыльные бури, в результате – дефляция почв, повреждение и гибель посевов. Площадь погибших посевов по хозяйствам зависела от степени их защищенности лесными полосами. Сравнивались 2 группы хозяйств – с защищенностью пашни 30 и 15%. В первой группе (с большей защищенностью) подверглись выдуванию 4,7% пашни и сохранность посевов составила 59%, во второй (с меньшей защищенностью) процент дефлированных земель вдвое больше (9,3%), посевов сохранилось только 13%. Ущерб от пыльных бурь по стоимости удобрений, необходимых для восстановления почвенного плодородия, и стоимости посева погибших растений по группе хозяйств с большей защищенностью в ценах 1984 г. составил 1,06 тыс руб на 100 га пашни, во второй 2,32 тыс руб. Предотвращенный ущерб



одним гектаром лесополосы за один год составил 160 руб.

Одной из главных средозащитных функций древесной растительности является их способность сокращать ущерб в результате загрязнения среды, регулируя газовое соотношение вследствие выделения ими кислорода и поглощения углекислого газа. Наиболее высокая кислородопроизводительная способность (от 14 до 30 т/га·год кислорода) у дуба, лиственницы, сосны и ели, для сравнения у сельхозкультур от 3 до 10 т. Кроме того, древесная растительность в определенных пределах способна поглощать вредные газы от промышленных выбросов, являясь тем самым своеобразным биологическим фильтром. Известна также пылезадерживающая способность крон древостоев.

По подсчетам ученых кроны еловых древостоев ежегодно фильтруют 32 т/га пыли, сосновых 36, дубовых 56, буковых 63 т/га. Эффект от средозащитных функций насаждений определяется методами "замещающих затрат", т. е. по стоимости очистки на промышленных сооружениях. Особенно важна роль лесных полос в агропромзонах, где резко снижается урожайность сельхозкультур, находящихся в зоне воздействия промышленных выбросов. Исследования показали, что на облесенных полях потери урожая зерновых от загрязнения среды снижаются на 1,6-3,9 ц/га, подсолнечника на 0,7, трав на сено на 1,6 ц/га. На 1 га насаждений приходится от 105 до 322 руб предотвращенного ущерба (в дореформенных ценах).

Социальное значение ЗЛН заключается в выполнении ими санитарно-гигиенических и рекреационных функций. Санитарно-гигиеническая роль определяется их способностью снижать шумовое воздействие. Лесные насаждения заглушают шум не менее чем на 20%, поглощают 26 и рассеивают 74% звуковых волн. Эффект от снижения шумового воздействия на человека лесными насаждениями можно приравнять к затратам на строительство шумопоглощающих установок. Велика также их фитонцидная активность – один гектар сосновых насаждений выделяет 3 кг фитонцидов в сутки, березовых 2-3 кг. Благодаря своим санитарно-гигиеническим свойствам лесные насаждения являются объектом рекреации – местом отдыха (восстановления сил, здоровья). Положительный эффект от этих функций лесных насаждений характеризуется снижением заболеваемости населения, повышением производительности труда.

Общий эффект от всех рассмотренных функций агролесомелиоративных насаждений представляет собой сумму хозяйственного, средозащитного и социального эффекта.

Капиталовложения на создание защитных лесных полос вдоль железных и шоссейных дорог окупаются за счет сокращения эксплуатационных расходов служб пути и движения транспортных организаций. Они, как и другие виды защитных насаждений, выполняют средозащитные функции. Известно, что в выхлопных газах автотранспорта содержатся тяжелые металлы, в т. ч. свинец, которые попадают в сельхозпродукцию на близлежащих угодьях. Придорожные лесные полосы локализуют вредные выбросы, препятствуя проникновению их на поля.

Капиталовложения в насаждения вокруг прудов и водоемов окупаются снижением затрат на их очистку от ила и улучшением условий для разведения рыб.

Посадки вокруг населенных пунктов выполняют санитарно-гигиеническую и рекреационную роль, способствуют улучшению "качества жизни". По своему экономическому содержанию они являются непроизводственными основными фондами. Поэтому возмещение стоимости перестойных и усыхающих деревьев и кустарников, заменяемых молодыми посадками, следует финансировать за счет государственных и муниципальных ассигнований на общее благоустройство усадеб, районных центров, рабочих поселков и городов.

## **18. ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ЗАЩИТНОМУ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЮ**

### **18.1. Государственное планирование работ по защитному лесоразведению. Периодические государственные инвентаризации ЗЛН**

Для определения объемов посадок ЗЛН в субъектах РФ разрабатываются схемы противоэрозионных мероприятий, программы агролесомелиоративных работ, которые составной частью входят в долгосрочные федеральные и региональные программы повышения плодородия почв. Эти программы составляются на основе строгого соблюдения научно обоснованных систем земледелия на базе ландшафтного землеустройства.

По поручению Правительства РФ № ВМ-П-42-31 от 28 сентября 1992 г. и по заданию МСХ РФ во ВНИАЛМИ совместно с Россельхозакадемией разработана Федеральная программа развития агролесомелиоративных работ в России.

Согласно этой программе и исходя из современной технической оснащенности и организационно-производственных условий, объемы посадки ЗЛН планируется выполнить в 2 этапа. Первая очередь (1994-2015 гг.) предусматривает доведение облесенности всего агролесомелиоративного фонда до минимальной величины, обеспечивающей снижение отрицательного влияния эрозии, дефляции и других неблагоприятных факторов на агросферу. Вторая очередь (после 2015 г.) предусматривает повышение облесенности сельскохозяйственных земель до оптимальной величины – с 1,7 до 3,8%, пашни с 1,2 до 2,5%.

Для определения объемов рубок ухода, реконструкции в ЗЛН и других мероприятий по повышению их мелиоративной эффективности необходимо проведение единовременных инвентаризаций всех категорий насаждений, созданных на землях сельхозпредприятий. Инвентаризацию обычно проводят рабочие группы, возглавляемые инвентаризационными комиссиями – республиканскими, краевыми, областными, районными. ЗЛН для учета подразделяются на группы: I – полезащитные и сазозащитные лесные полосы; II – приовражные и прибалочные лесные полосы; III – насаждения по откосам, берегам и днищам оврагов и балок; IV – противоэрозионные насаждения на

горных склонах и вдоль русел горных рек; V – защитные насаждения на не используемых в сельском хозяйстве песках; VI – насаждения вокруг прудов и других водоемов, вдоль берегов и в поймах рек; VII – защитные насаждения на пастбищных землях, вокруг животноводческих ферм и в местах отдыха скота; VIII – другие ЗЛН (вокруг сельских населенных пунктов, за пределами их границ, на полевых станках, в местах отдыха и т. д.).

Инвентаризацию в конкретном хозяйстве начинают с общего осмотра ЗЛН в натуре. В каждой лесной полосе через 200-300 м закладывают учетные площадки во всю ширину лесной полосы. В насаждениях до 5 лет устанавливают среднее количество посадочных (посевных) мест с сохранившимися растениями; процент сохранности (приживаемости); сомкнутость; главную (преобладающую) породу; защитную высоту; конструкцию; площадь участков, поврежденных насекомыми, болезнями, скотом и т. д.; степень засоренности. На основании полученного материала о состоянии насаждений, инвентаризационная комиссия делает заключение о приемке в эксплуатацию данного насаждения или его списании, а также предлагает хозяйственные мероприятия: дополнение, уход за почвой, рубки ухода, борьба с вредителями и болезнями, усиление охраны, реконструкция, раскорчевка, перепашка, порослевозобновительные рубки и т. д.

Инвентаризационные комиссии района, области, края, республики составляют соответствующие сводные ведомости по установленным формам в 4 экз., из которых по одному экземпляру представляют в МСХ РФ. К итоговым материалам прилагается объяснительная записка, где указываются причины изменения площадей ЗЛН, их общее состояние и объемы намечаемых хозяйственных мероприятий по повышению их эффективности. На основании данных инвентаризации составляются государственные планы по ведению хозяйства в ЗЛН.

Перспективный план по созданию ЗЛН является составной частью оргхозпланов сельхозпредприятий, в основу которого положен проект размещения ЗЛН, разработанный при внутрихозяйственном землеустройстве. Он должен связываться с контрольными цифрами государственного планирования защитного лесоразведения по областям, краям, республикам, крупным экономическим районам. В перспективном плане определяется последовательность ежегодной закладки лесонасаждений с учетом максимальной концентрации работ с целью создания законченной системы ЗЛН в наиболее короткие сроки. Этим достигается экономия средств на холостые переезды от

участка к участку, демонтаж агрегатов, переброску рабочей силы и посадочного материала. Концентрация агролесомелиоративных работ в отдельных хозяйствах позволит лучше организовать выполнение лесопосадок и рационально использовать технику лесхозов, обеспечить техническое руководство и контроль за качеством выращивания лесополос. Целесообразно создавать лесные полосы целой системой, мелиоративное воздействие которой на окаймленные поля полнее и наступает в более короткие сроки, чем разрозненных полос.

Годовой план создания ЗЛН составляется с большой детализацией. В основе его лежат расчетно-технологические карты, составленные по типовым проектам. В соответствии с принятой агротехникой выращивания лесонасаждений с указанием размещения объектов предусматриваются следующие производственные процессы: посадка, уход за почвой в рядах и междурядьях, дополнение посадок, количество и график поливов (если насаждения создают на орошаемых полях), лесоводственные меры ухода за древостоем, реконструкция и восстановление насаждений, борьба с вредителями и болезнями, опашка, охрана лесополос. Кроме объемов работ в годовом плане указывается также потребность в технике, рабочей силе.

Агролесомелиоративные работы, выполняемые силами сельхозпредприятий, включаются в производственно-финансовые планы этих хозяйств.

## **18.2. Проектно-изыскательские работы, этапы проектирования**

ЗЛН на территории сельхозпредприятий проектируют землеустроительные экспедиции института "Росгипрозем" и специализированные проектные организации (Росгипролес, Гипроводхоз).

В состав работ по проектированию и посадке входят подбор и изучение материалов обследований и проектных проработок; установление в натуре границ проектируемых агролесомелиоративных выделов и нанесение их на карту с описанием в полевом журнале; изучение лесорастительных условий и эродированности территории; определение местоположения новых насаждений; разработка схемы смешения древесно-кустарниковых пород, агротехники создания и ухода за ними; составление сметной документации, написание пояснительной записки, составление и оформление чертежей, составление рабочего чертежа, перенесение проекта в натуру, освидетельствование, исправление замечаний; авторский надзор за выполнением проекта.

Главным условием при подборе земельных участков под ЗЛН является формирование ландшафтно-экологической агросферы, поэтому они не должны лимитироваться границами отдельных землепользователей и административных единиц.

Заказчиками на создание ЗЛН в зависимости от целевого их назначения могут выступать МСХ России, краевые, областные, районные органы сельского хозяйства и землепользователи. Районные органы управления сельским хозяйством совместно с комитетами по земельным ресурсам и землеустройству составляют реестры отвода земельных участков землепользователям по видам ЗЛН и видам собственности.

После составления проектно-сметной документации и изъятия (выкупа) земельного участка проводится его отвод в натуре. При этом объем выделенных земель максимально концентрируется на территории водосбора, овражно-балочной системы или речных водосборов из расчета создания законченной системы ЗЛН.

Земельные участки под ЗЛН передаются подрядчику (специализированные расходы) на период выращивания (5-7 лет), в лесостепной и степной зонах за год до посадки с целью качественной обработки почвы, в сухостепной и полупустынной за два.

### **18.3. Порядок финансирования и материально-технического обеспечения работ по защитному лесоразведению.**

#### **Государственная отчетность**

Исходя из объемов агролесомелиоративных работ для федеральных государственных нужд, определенных федеральными программами, и заявок субъектов Федерации МСХ России ежегодно определяет объемы этих работ в натуральном и денежном выражении, распределяет и доводит до органов управления сельским хозяйством в субъектах лимит финансирования средств федерального бюджета по разделу 08 "Сельское хозяйство и рыболовство" подразделу 02 "Земельные ресурсы". В рамках выделенных лимитов управления сельским хозяйством в субъектах Федерации определяют объемы и заключают договоры с подрядчиками на проведение агролесомелиоративных работ. Стоимость работ индексируется с учетом инфляционных процессов.

На ведение агролесомелиоративных работ разрабатываются технические проекты и сметы по объемам (а на рубки ухода только сметы), на основании их составляется сводная смета для заключения договора между органом управления сельским хозяйством в субъекте и подряд-

чиком. В техническом проекте и сметах на работы предусматриваются перечень видов и объемов работ, их стоимость, объемы внедрения новой техники и технологий, потребность в кадрах, материалах, транспорте и т. д. Финансирование проектных и сметных работ проводится через органы управления сельским хозяйством в субъектах РФ. Агролесомелиоративные работы, выполненные сверх установленных лимитов, оплачиваются за счет других источников финансирования. Финансирование агролесомелиоративных работ может также осуществляться из средств субъектов РФ, если насаждения создаются для нужд субъектов и за счет землевладельцев при облесении их земель.

После выполнения всех работ, предусмотренных договором, составляется акт приемки выполненных работ, который оформляется и подписывается заказчиком и исполнителем.

#### **18.4. Агролесомелиоративное устройство защитных насаждений**

Для организации работ по повышению эффективности ЗЛН и их жизнестойкости должно проводиться их специальное устройство. Для агролесомелиоративного (лесоводственно-мелиоративного) устройства защитных насаждений должен быть разработан проект организации и ведения лесного хозяйства в них, который на перспективный (обычно 10-летний) период будет основой текущего планирования лесоводственно-мелиоративных работ в сельхозпредприятиях.

Агролесомелиоративное устройство защитных насаждений проводится проектными организациями на основании специальных инструктивных указаний, которые определяют особенности этих работ, методику и порядок проектирования.

По определению акад. Е. С. Павловского (1984), под устройством защитных (агролесомелиоративных) насаждений понимается система проектно-изыскательских работ, организационно-хозяйственных мероприятий, экономических и технических расчетов и действий, направленных на разработку проектов организации и ведения хозяйства в этих насаждениях.

В состав проектно-изыскательских работ входят подготовительные работы; полевые изыскания, состоящие из рекогносцировочного обследования насаждений, их агролесомелиоративного описания, закладки пробных площадей и показательных участков для рубок ухода; разработка проекта лесохозяйственных мероприятий.

При разработке лесохозяйственных мероприятий учитывается

целевое назначение насаждений. Например, в ветроломных полезащитных и сазозащитных лесных полосах особое внимание уделяется повышению их агрономической эффективности, которая связана с защитной высотой и конструкцией; в стокорегулирующих полосах агрономический эффект должен сочетаться с почвозащитными функциями; в противозрозионных насаждениях лесохозяйственные мероприятия направлены на повышение почвозащитных функций.

Проект мероприятий по ведению хозяйства в защитных насаждениях содержит объемы и сроки проведения работ как по каждому участку насаждений, так и по отделениям и в целом по хозяйству, что облегчает текущее планирование агролесомелиоративных работ. В нем также даются рекомендации по созданию новых насаждений или удалению старых посадок, расположенных неправильно относительно рельефа или направления ветров, указывается стоимость намеченных работ и дается расчет экономической эффективности насаждений.

### **18.5. Организационные формы ведения лесного хозяйства в межхозяйственных лесах. Агролесомелиоративная служба**

Помимо искусственно созданных агролесомелиоративных насаждений, за сельскохозяйственными предприятиями закреплены естественные леса. Общая их площадь в стране составляет более 52 млн га, из которых около 15% расположены в лесостепной и степной зонах. В хозяйствах этих зон наряду с облесением сельскохозяйственных земель осуществляется ведение лесного хозяйства. Направленность лесохозяйственной деятельности обуславливается соотношением лесных площадей естественного происхождения и ЗЛН: в лесостепной зоне занимаются преимущественно лесоводственными мероприятиями, в степной – агролесомелиоративными.

Для осуществления лесохозяйственных мероприятий применяется несколько организационных форм. Если хозяйство само проводит лесопосадочные и лесохозяйственные работы, то для этих целей в зависимости от объема работ создаются агролесомелиоративные звенья или бригады. Основное требование к выполняемым работам, которое должно учитываться при комплектовании бригад и звеньев, – это проведение их в сжатые агротехнические сроки.

Наиболее перспективными предприятиями по организации ведения хозяйства в лесах и ПЗЛП являются лесхозы, представляющие собой комплексные предприятия, производственная деятельность ко-



торых направлена на сохранение, воспроизводство лесов, выращивание устойчивых и долговечных агролесомелиоративных насаждений, максимальное повышение их защитных свойств, рациональное использование лесных ресурсов, осуществление побочного пользования, организацию лесных промыслов, развитие промышленного производства по переработке древесины на товары народного потребления. В них на более высоком техническом уровне и в значительных объемах проводятся лесохозяйственные и агролесомелиоративные мероприятия, развивается промышленное производство.

Затраты на ведение лесного хозяйства и защитное лесоразведение покрываются за счет средств лесхозов: стоимости реализуемой ликвидной древесины от рубок промежуточного пользования, лесных семян и посадочного материала, услуг на сторону, попенной платы в лесах, поступлений за выполнение агролесомелиоративных работ, отчислений прибыли от промышленного производства и бюджетных ассигнований.

### **18.6. Организация труда на агролесомелиоративных работах**

Основными формами организации труда на агролесомелиоративных работах являются специализированные отряды, бригады и механизированные звенья. Агролесомелиоративные отряды в составе двух-трех звеньев организуются при выполнении лесопосадочных работ силами мехлесхозов или межхозяйственных лесхозов, а бригады и звенья – в хозяйствах, выполняющие эти работы своими силами.

Работа по организации бригад и звеньев начинается с определения производственного задания, отвода земельных участков, выделения необходимой техники, кадров механизаторов и других профессий, а также разработки технологических карт. Размер бригад и звеньев определяется исходя из объемов работ, рационального использования техники, равномерной загрузки в течение всего сезона.

Во ВНИАЛМИ разработана система мер, позволяющая наилучшим образом объединить технику и людей в едином производственном процессе. Основные ее направления: совершенствование организации рабочих мест; рационализация режимов труда и отдыха; обеспечение безопасности труда и нормализация санитарно-гигиенических условий; улучшение нормирования труда; производственное обучение работников правильным и безопасным приемам труда, повышение квалификации и общеобразовательного уровня.

## 19. ОЗЕЛЕНЕНИЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

### 19.1. Декоративное дрeвоводство

*Декоративное дрeвоводство* – отрасль декоративного растениеводства, занимающаяся выращиванием, формированием и подбором ассортимента пород для создания насаждений на объектах озеленения с целью улучшения экологической обстановки населенных пунктов.

Специфика декоративного дрeвоводства заключается в следующем: посадочный материал, применяемый для озеленения, имеет достаточно крупные размеры – высоту до 4,5 м и более, что определяет длительные сроки выращивания: кустарников 3-7, дрeвьев 7-25 лет и более; в декоративном дрeвоводстве используются сложные способы размножения, так как оно связано с выращиванием большого разнообразия культурных растений – сортов, клонов, разновидностей, форм; особенности выращиваемых дрeвьев и кустарников обуславливают специфику агротехники и структуру питомников.

Залогом успешного развития отрасли является использование разнообразия декоративных форм растений и наличие современного оборудования и техники, внедрение энергосберегающих технологий (применение регуляторов роста и развития, контейнерное выращивание саженцев, обязательное использование удобрений, внедрение культуроборотов на полях питомников, организация холодного хранения растений для расширения сроков пересадок, соблюдение оптимальных размеров питомников в зависимости от эксплуатационных затрат на выращивание посадочного материала и перевозку саженцев), обеспечение экологической чистоты производства.

#### 19.1.1. Основы дендрологического районирования, обогащение ассортимента

В основу подбора ассортимента положена пригодность видов, форм, гибридов растений для выращивания в той или иной климатической зоне (районе).

Первая попытка районирования в ЕЧ России для целей декоративного садоводства была предпринята Э. Л. Вольфом (1915), а в Сибири – В. И. Богоявленским (1937). В его основу для целей озеленения положены четыре фактора: сумма активных температур, продолжительность вегетационного периода, средняя температура января и атмосферное увлажнение по среднегодовому отношению нормы осадков к испаряемости (ГТК). В 1963-1966 гг. Академией коммунального хозяйства (АКХ) РСФСР в процессе обследований насаждений, учета опыта озеленительных организаций, опытных станций и питомников декоративных пород для каждого района был уточнен основной, дополнительный и ограниченный ассортименты. Комплексное древокультурное районирование территории СССР в результате совместной работы с АКХ разработано А. И. Колесниковым (1977). Этого районирования придерживается и Главный Ботанический сад Академии наук (ГБС АН) РФ.

АКХ подразделяет территорию ЕЧ РФ на 29 районов, АЧ – на 45; А. И. Колесников соответственно на 29 и 14 районов и 15 подрайонов. Районирование АКХ более детальное и подробное.

Среди рекомендуемых древесных видов большое количество интродуцентов – растений, переселенных в местности, где они раньше не произрастали. Интродукция направлена на обогащение культурных фитоценозов новыми ценными растениями и сохранение генофонда растительного мира в искусственных резерватах.

#### 19.1.2. Санитарно-гигиенические функции и подбор ассортимента

Видовой состав (ассортимент) древесных и кустарниковых растений для зеленого строительства определяет архитектурные качества, санитарно-гигиенические свойства, долговечность и экономическую эффективность насаждений.

Основная функция насаждений населенных пунктов – приближать условия окружающей среды к некоторым оптимальным показателям, характеризующим так называемую зону комфорта. Так, уровень шума в комфортных условиях не должен превышать 45 дБ в ночное время и 65 дБ днем. Следует иметь в виду, что комфортность определяется не одним фактором, а целым комплексом. Температурный интервал зоны комфортности находится между 18-24°C для средней полосы и 18-28°C для юга России при скорости ветра 2-6 м/с и относительной влажности воздуха 30-70 %. Применение вертикального озеленения обеспечивает снижение температуры воздуха на 0,3-0,5°C,

повышение относительной влажности воздуха на 2-3%, снятие прямого солнечного облучения и защиту от ветра; затенение высококронными деревьями пешеходных зон снижает температуру воздуха на 1-2°C, температуру подстилающей поверхности на 8-15°C и сохраняет возможность проветривания (рис. 19.1).

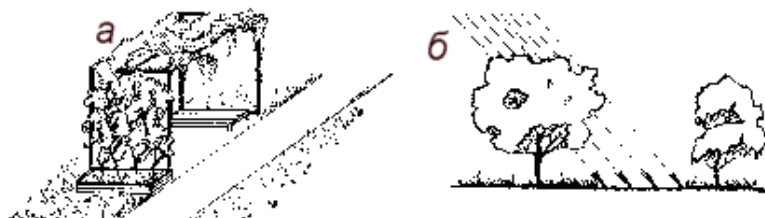


Рис. 19.1. Использование насаждений для улучшения микроклиматических условий:

а – вертикальное озеленение; б – затенение пешеходных зон высококронными деревьями

Комфортность условий внешней среды зависит и от степени загрязнения атмосферного воздуха газообразными и другими примесями. Критериями дискомфорта считаются превышения в воздухе предельно допустимых концентраций вредных примесей, утвержденных органами здравоохранения.

Существуют также понятия световой и психологической комфортности. Нижняя граница световой комфортности находится на уровне около 25-30 % суммарной солнечной радиации. Психологическая комфортность нарушается избытком раздражающих элементов, например наличием более 5-7 различных цветовых эффектов, воспринимаемых человеческим глазом одновременно, монотонностью пейзажа и т. п.

Микроклимат лиственного леса резко отличается от городских условий по величине радиационной температуры; здесь она снижается на 8°C и более. У входа в сквер или парк температура воздуха снижается на 0,6°C, а относительная влажность повышается на 5-10%. Скорость ветра у входа максимально уменьшается в 7 раз, а внутри насаждения – в 11 раз.

Запыленность воздуха на озелененных участках жилого микрорайона на 40 % ниже, чем на открытых площадях; в них улавливается до 70-80% аэрозолей и пыли. Посадка вдоль транспортной магистрали плотной живой изгороди из кустарника снижает концентрацию пыли на 10-12%; многорядная посадка деревьев и кустарников снижает концентрацию пыли на 12-15%, окиси углерода на 8-12%; древесно-кустарниковый массив обеспечивает снижение концентрации пыли в воздухе на 40-50%, газообразных примесей на 15-20% (рис. 19.2).



Рис. 19.2. Использование насаждений для снижения степени загрязнения атмосферного воздуха:

а – плотная живая изгородь, б – многорядная посадка вдоль магистрали, в – массив

Подбор растений для озеленения – это комплексный процесс. Выделяются следующие принципы подбора: экологический, при котором требуется согласование биологии растений с условиями произрастания; биоценотический, направленный на формирование жизнеспособных фитоценозов; систематический, обуславливающий подбор деревьев и кустарников по определенным таксономическим рангам; декоративный, основанный на эстетических свойствах растений.

В композиции из разных видов не должно быть антагонизма, растения должны гармонизировать по цвету, форме и текстуре (рис. 19.3).

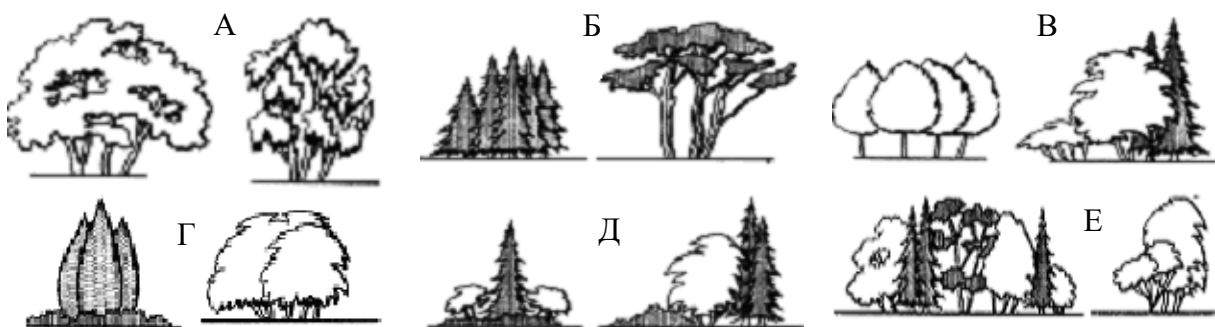


Рис. 19.3. Классификация групп древесных растений по внешним признакам: А – структура (грубая, тонкая); Б – сомкнутость (0,8, 0,3); В – форма насаждений (простая, сложная); Г – цвет (темная, светлая); Д – габитус (симметричная, асимметричная); Е – площадь проекции крон (большая, малая)

В современном озеленении декоративность является главным внешним признаком оценки состояния растений, их устойчивости в экстремальных городских условиях. Оценка ведется путем сопоставления оцениваемых экземпляров того или иного вида с эталоном – экземпляром, развившимся в оптимальных условиях и наилучшим образом проявляющим свой габитус. Чем ближе оцениваемый экземпляр к эталону, тем выше его декоративность.

Физиономический облик растений определяется как комплексом присущих виду формально-эстетических признаков, так и индивиду-

альными особенностями того или иного экземпляра. Исходя из облика растений, объекты ландшафтного искусства можно разделить на группы, условно именуемые природными, парковыми, экзотическими, садовыми. По степени возможного участия растений в парковых пейзажах О. К. Блиновский (1971) подразделяет их на следующие группы:

ландшафтообразующие, или ведущие, – породы с наиболее ценными декоративными качествами, способные при доминировании придать территории определенный характер (клен остролистный, береза повислая, липа мелколистная, лиственница сибирская);

сопутствующие, которые играют вспомогательную роль в формировании объема пейзажа (рябина обыкновенная, груша уссурийская, черемуха обыкновенная);

красивоцветущие – близки к группе сопутствующих, на небольших участках во время цветения они играют роль ведущих;

садово-декоративные деревья и кустарники, выведенные человеком и отличающиеся особыми декоративными качествами. Рекомендуется использовать как акценты, отмечающие входы, площадки, сооружения и пр.

Подбор деревьев и кустарников для рекреационно-озеленительных насаждений осуществляют с учетом следующих признаков: размеры, жизненная форма, форма кроны, окраска коры ствола и побегов, окраска листвы в течение вегетационного периода, цветение (срок, продолжительность, окраска цветков), плодоношение (окраска плодов), осенняя окраска листьев.

*Биологические особенности роста и развития декоративных растений.* При выращивании растений для решения архитектурно-художественных задач необходимо рассматривать влияние главнейших факторов внешней среды в совокупности с биологическими особенностями древесных пород (температура, влажность почвы и воздуха, освещенность, состав и свойства почвы, содержание вредных веществ в воздухе, скорость ветра, рельеф).

Жизненные процессы в растениях могут происходить лишь при определенных температурных условиях. Разные виды растений нуждаются в разном количестве тепла для развития и поэтому по-разному переносят сильные отклонения от оптимальной температуры.

По способности выносить без естественного (снега) или искусственного укрытия длительное понижение температуры древесные породы можно подразделить на 5 групп: 1 – *весьма морозостойкие*, переносящие понижение температуры (до  $-35\dots-50^{\circ}\text{C}$  и ниже); 2 – *морозостойкие*, переносящие температуру до  $-25\dots-35^{\circ}\text{C}$ ; 3 – *умеренной моро-*

*зостойкости*, переносящие температуру до  $-15...-25^{\circ}\text{C}$ ; 4 – *неморозостойкие*, переносящие температуру до  $-10...-15^{\circ}\text{C}$  в течение непродолжительного времени; 5 – *наименее морозостойкие*, выдерживающие лишь кратковременные понижения температуры не ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Морозостойкость древесных растений зависит прежде всего от их анатомо-морфологических и физиологических особенностей: наличия защитных покровов, способности переносить обезвоживание плазмы клеток, интенсивности накопления защитных веществ, концентрации клеточного сока. Холодостойкость зависит также от возраста и стадии развития растения.

Чрезмерно высокая температура также наносит повреждения и даже приводит к гибели растений, если она превышает пределы стойкости растений против жары. Наиболее жаростойки из них, содержащие меньше воды в клетках. Большое значение имеет также высокая жаростойкость плазмы клеток, свойственная многим растениям пустынь и полупустынь.

Влажность почвы и воздуха оказывает сильное влияние на внешний облик растений, их анатомическое строение и физиологические функции. Многие растения засушливых районов для снижения расхода влаги постепенно уменьшили свою листовую пластинку, сведя ее к чешуйкам, или вовсе утратили листья, функции которых выполняет зеленая кора прутовидных ветвей (джузгун, саксаул, дрок испанский) или утолщенный, мясистый, слабо ветвящийся стебель (кактусы).

По потребности в воде древесные породы можно подразделить на *требовательные к влаге (гигрофиты)* – естественно произрастающие на избыточно увлажненных почвах; *средней требовательности к влаге (мезофиты)* – растущие на достаточно увлажненных местах; *мало требовательные к влаге (ксерофиты)* – мирящиеся с более или менее сухими обитаниями.

Для жизни и нормального развития растений имеют значение интенсивность (сила света) и продолжительность освещения (долгота дня).

Древесные породы, наиболее требовательные к интенсивности освещения, называются *светолюбивыми*, наименее требовательные – *теневыносливыми*. Промежуточное место занимают *полутеневыносливые* породы.

Некоторым показателем требовательности древесных пород к свету может служить форма листа. Породы, имеющие сложный лист с неширокими листочками, обычно светолюбивы, а с простыми цельными листьями – теневыносливы или полутеневыносливы. Рассеченнолист-

ные формы древесных пород относятся к светлюбивым или к промежуточным. Более требовательны к свету также так называемые цветные формы деревьев и кустарников (золотистые, белопестролистные).

Химический состав и физические свойства почвы оказывают большое влияние на растения, определяя в конкретных климатических условиях видовой состав растительного покрова и его развитие.

По требовательности к плодородию почвы древесные породы можно подразделить на *требовательные* – могут нормально развиваться лишь на богатых минеральными веществами и гумусом супесях и суглинках; *средней требовательности* – могут произрастать и на сравнительно бедных гумусом супесях и подзолистых суглинистых почвах; *нетребовательные* – могут произрастать на бедных песчаных почвах.

Есть группа растений – псаммофитов, – особенно хорошо приспособленных к жизни на песках. Эти растения обладают способностью при засыпании песком стеблей образовывать придаточные корни.

Древесные породы, имеющие на корнях клубеньковые бактерии, усваивающие азот из воздуха, могут не только произрастать на бедных гумусом почвах, но и обогащать их азотом (все бобовые растения, ольха серая, лох, облепиха).

Древесные породы, которые могут произрастать на исключительно неблагоприятных для древесной растительности засоленных почвах, называют *галофитами*. Они обладают некоторыми физиологическими особенностями – повышенной концентрацией клеточного сока и усиленной транспирацией.

На развитие растений большое влияние оказывает кислотность почвенного раствора. Одни (*кальцефобные*) приспособлены к существованию в определенных границах показателя кислотности (рН). Так, рододендроны, камелии, чайный куст, каштан съедобный, тюльпановое дерево, многие виды магнолий плохо растут или совершенно не могут расти на почвах, богатых известью. Другие древесные породы (*кальцефильные*), напротив, плохо растут на лишенных извести почвах.

Для создания долговечных, нормально развивающихся насаждений в тех случаях, когда нельзя искусственно улучшить почву в соответствии с требовательностью растений, необходимо тщательно подбирать ассортимент древесных пород, наиболее отвечающих почвенно-грунтовым условиям.

Воздух в населенных пунктах и вблизи промышленных предприятий содержит вредные для жизни растений примеси. Газоустойчивость растений зависит от анатомического строения листьев.



Наиболее газоустойчивые растения имеют более мощно развитую покровную ткань листьев и более плотную структуру внутренних тканей (палисадной и губчатой паренхимы).

Существенное влияние на физиологические процессы в растениях оказывает движение воздуха, иногда вызывая даже их деформацию. Ветроустойчивость древесных пород имеет большое значение при устройстве ветрозащитных насаждений, при обсадке дорог, в аллейных насаждениях и при посадке одиночных деревьев (солитеров) на полянах. Наибольшей ветроустойчивостью отличаются древесные породы, имеющие мощную глубокую корневую систему.

Из листопадных к ветроустойчивым относятся бук, граб, гледичия, дуб, ильмовые, каштан съедобный, клены остролистный и полевой, платан, тополя белый и черный, тюльпановое дерево; из хвойных – кедры, кипарисы, лиственницы, пихты, сосны, тис.

Рельеф местности (высота над уровнем моря, крутизна склона, их экспозиция) оказывает сильное влияние на условия обитания растений, изменяя микроклимат (разница в освещении, нагреве, влажности почвы и воздуха, защите от ветров), а также характер почвенного покрова, что в конечном итоге сказывается на видовом составе и развитии растительности.

На рост, развитие и распространение древесных растений оказывают влияние как другие виды растений, так и животные и микроорганизмы, т. е. биотические факторы.

Человек может на основе знания сложного комплекса взаимоотношений древесных растений с окружающей средой и биотическими факторами направить их взаимоотношения в нужную ему сторону.

*Изменение декоративного вида с возрастом и по временам года.* По срокам жизни деревья можно разделить на три группы: малой, средней и большой долговечности. Деревья малой долговечности начинают дряхлеть во второй половине первого столетия (многие виды тополя, березы, черемухи, яблони, рябины). Деревья средней долговечности начинают дряхлеть со второго столетия (ель, пихта, клен). Если при создании древесных массивов и групп не учитывать долговечность деревьев, это приведет к тому, что при отмирании менее долговечных из них разрушится общая структура и композиция насаждения.

Долговечность кустарников значительно возрастает благодаря их свойству до глубокой старости сохранять порослевую способность. У дряхлеющих кустов путем сильной обрезки можно вызвать рост мощных молодых побегов, которые в дальнейшем по цветению и

плодоношению будут мало отличаться от молодых семенных или вегетативно размноженных кустов. Многие кустарники обладают способностью давать обильные корневые отпрыски (малина, некоторые таволги) или отводки при укоренении низколежащих боковых ветвей (можжевельник казацкий, форзиция), благодаря чему они все время разрастаются по площади и постоянно самовозобновляются.

*Естественные и искусственные формы кроны.* Форма кроны – важнейший декоративный признак древесных пород. Различают естественную форму кроны и искусственную, полученную в результате формовки (обрезки).

Типичной следует считать форму кроны нормально развитого дерева в среднем возрасте, так как с возрастом форма кроны одной и той же древесной породы претерпевает значительные изменения. Для различных пород деревьев характерны следующие формы кроны (рис. 19.4.):

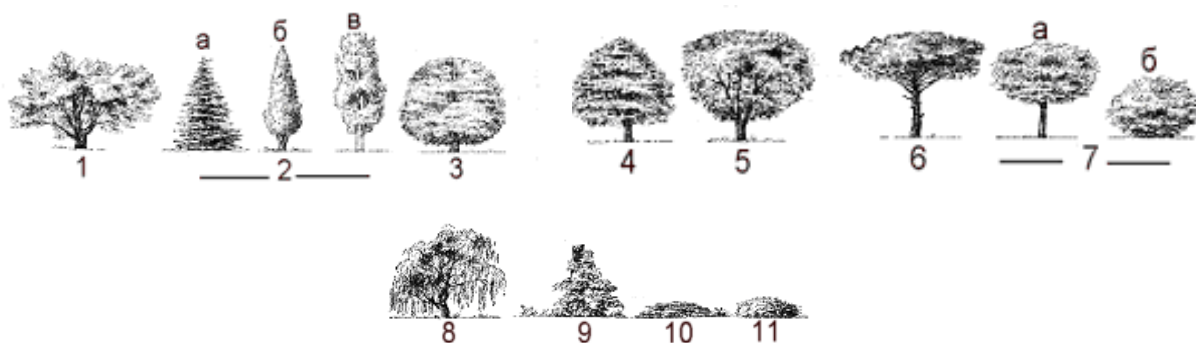


Рис. 19.4. Формы крон древесных пород:

1 – раскидистая; 2 – пирамидальная: а – конусовидная, б – веретенообразная, в – колонновидная; 3 – овальная; 4 – яйцевидная; 5 – обратнойцевидная; 6 – зонтичная; 7 – шаровидная: а – штамбовая, б – кустовая; 8 – плакучая; 9 – вьющаяся; 10 – стелющаяся; 11 – подушечная

*раскидистая* – вяз, дуб черешчатый, ива ломкая, сосна обыкновенная, тополь черный (осокорь), тополь белый, шелковица белая;

*пирамидальная:* конусовидная – ель (все виды), кипарис вечнозеленый (пирамидальная форма), пихта (большинство видов); веретенообразная – можжевельник китайский, обыкновенный, твердый; колонновидная (цилиндрическая) – некоторые формы граба, клена остролистного, красного, либоцедрус (кедра речного), сосен кедровой сибирской и европейской, тополя пирамидального и др.;

*овальная* – каштан конский, съедобный, лиственницы сибирская и европейская;

*яйцевидная* – дуб скальный, липа войлочная, сосна кедровая сибирская (кедр сибирский), сосна веймутова;

*обратнойцевидная* – клен белый, тополя крупнолистный и Болле, ива великолепная;

*зонтичная* – айлант, альбиция (акация) ленкоранская, мелия гималайская, сосна итальянская (пиния);

*шаровидная* – вяз перистоветвистый, рябина круглолистная, сосна Сабина, яблоня ягодная (сибирская);

*плакучая* – береза повислая, ива вавилонская;

*вьющаяся (лианообразная)* – актинидия, виноград амурский и другие виды, глициния, жимолость (каприфоль), ломонос (разные виды), плющ, розы вьющиеся (например, роза Банка);

*стелющаяся* – стланник кедровый, можжевельник казацкий.

Искусственная форма кроны в зависимости от степени пластичности древесной породы может быть разнообразной – от строго геометрической до фантастического подобия форм животных и сооружений (рис. 19.5).

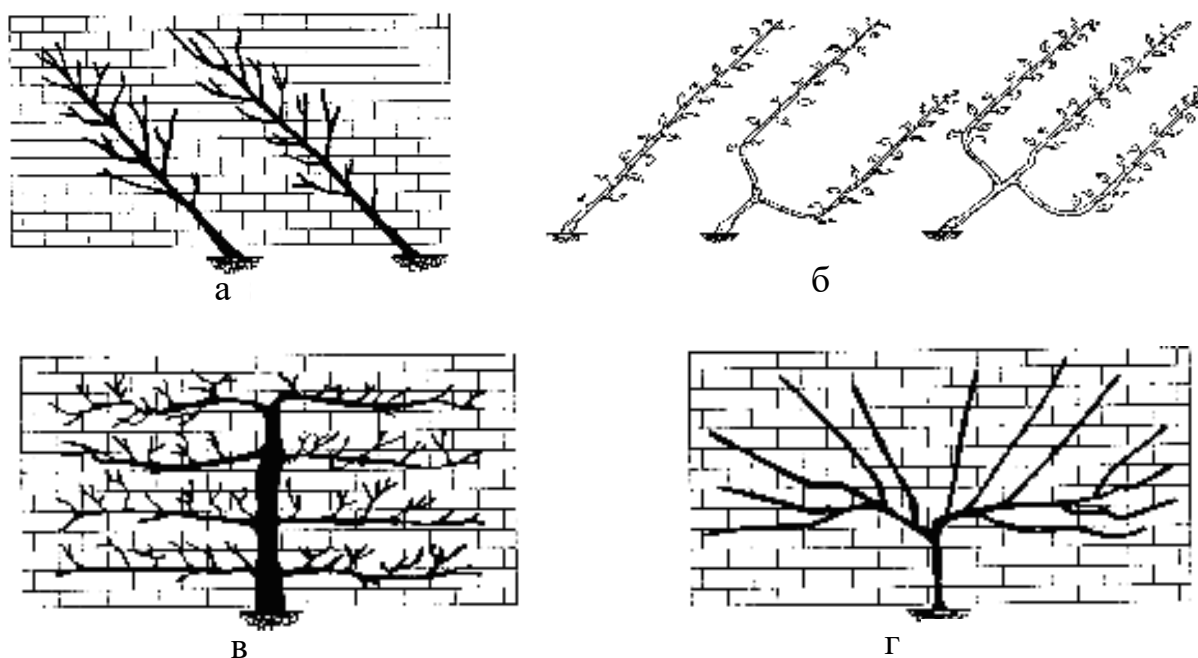


Рис. 19.5. Формы искусственных крон у древесных пород:  
а – косой кордон; б – многоплечие кордоны; в – пальметта; г – веерная

### 19.1.3. Основы подрезки крон в зеленом строительстве

Одним из основных мероприятий по уходу за надземной частью деревьев в городских насаждениях является обрезка кроны, проводимая с учетом биологических особенностей их роста и развития. В результате обрезки изменяется соотношение общей массы кроны и кор-

ней. Происходит относительное увеличение количества всасывающих корней, снабжающих растения минеральными веществами, корневыми продуктами и водой. Улучшаются углеводный и азотный обмен, синтез органических веществ, передвижение ассимилирующих элементов, водный режим.

Различают три основных вида обрезки – *санитарную, формовочную и омолаживающую*.

При *санитарной обрезке* удаляют сухие, отмирающие и поврежденные ветви и сучья, а также поросль на штамбе и жировые побеги. Деревья и кустарники всех пород независимо от возраста систематически подвергаются санитарной обрезке. Сушняк вырезают в период, когда растения одеты листвой и он хорошо выделяется на ее фоне.

*Формовочная обрезка* применяется для деревьев в рядовых и аллейных посадках, а также для растений с асимметричной редкой кроной. Осуществляется она с целью сохранения естественной и искусственной геометрической формы растений, равномерного расположения скелетных ветвей. Различают слабую, умеренную (среднюю) и сильную обрезку. Степень обрезки зависит от вида растения, его возраста и состояния кроны. Формовочную обрезку деревьев лучше проводить ранней весной, перед началом вегетации. Побеги в это время содержат много влаги, срезы получаются ровные и быстро зарастают. При зимней и осенней обрезке деревьев открытая древесина повреждается заморозками, может произойти иссушение почек, расположенных около срезов, и отмирание части кроны. Формирование одиночных кустарников и "живых изгородей" следует начинать с первого года посадки. При этом время стрижки цветущих кустарников должно быть соотнесено со временем их цветения и закладки цветочных почек.

*Омолаживающая обрезка* обычно проводится в тех случаях, когда деревья почти совсем перестают давать прирост или у них наблюдается усыхание вершины и концов побегов. Омолаживать деревья следует до зоны появления новых молодых побегов, сильно укорачивая старые ветви. Омолаживание рекомендуется проводить постепенно (в течение 2-3 лет), начиная с вершины и крупных скелетных ветвей, и только у деревьев, обладающих хорошей побегопроизводительной способностью (липа, тополь, ива). Из хвойных пород только ель колючая (форма голубая) выдерживает омолаживающую обрезку, которую следует проводить перед началом вегетации. Хорошо переносят обрезку липа, вяз, тополь, ива, яблоня, граб, бук, клен ясенелистный, ясень пушистый, акация белая, ель обыкновенная, туя за-

падная, можжевельник, осина и др.; плохо – береза, лещина, ясень обыкновенный, лиственница, каштан конский, рябина обыкновенная, черемуха, клен остролистный, катальпа, сосна, пихта. Омолаживание кустарников проводят путем срезки на пенек.

*Топиарное искусство.* Искусственное изменение естественной формы растений применяется с древнейших времен, особенно в садах и парках с регулярной планировкой.

Формовка отдельных экземпляров древесных пород, их совокупности или линейных насаждений может быть обычной или фигурной.

При обычной формовке отдельных экземпляров кронам деревьев и кустарников придается форма правильных геометрических тел (шара, конуса, куба и т. д.).

При формовке линейных насаждений проводится стрижка сближенной посадки (в один или несколько рядов) древесных пород, размещенных по прямой или кривой линии. Такая стрижка в зависимости от допускаемой высоты может образовать высокие стены (выше 2 м), менее высокие живые изгороди (высотой от 0,5 до 2,0 м) и низкие бордюры (высотой до 0,5 м). Как правило, формованным линейным насаждениям придается прямоугольное сечение, т. е. боковые

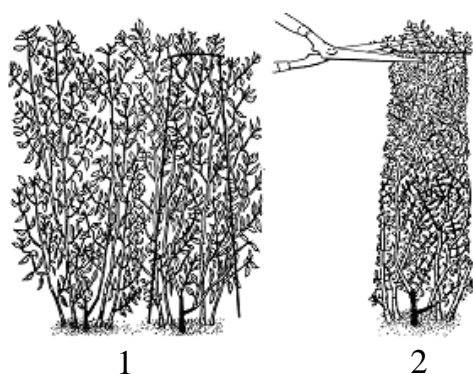


Рис. 19.6. Формирование стриженных изгородей

стенки делают вертикальными. Но может придаваться и другое сечение, например трапециевидное, когда стенки стригутся наклонно (рис. 19.6). Верх стены или изгороди также может быть острижен не по горизонтальной плоскости, а в виде зубцов или волнистой поверхности. На второй год после посадки в июне – июле (1) слегка обрезают боковые ветви; на третий и в последующие годы (2) каждое лето через 4-6 недель растения обрезают, чтобы поддержать нужную форму. Формовка живых изгородей, как правило, исключает цветение древесных пород. Цветущие живые изгороди также подвергаются легкой формовке для придания им стройности и компактности; стрижка проводится вскоре после отцветания, до закладки новых цветочных почек, которая у большинства листопадных кустарников, цветущих весной, происходит в середине лета.

При создании живых изгородей и формованных насаждений имеет значение не только цвет, но и фактура поверхности формован-

ных растений, которая определяется как плотностью (густотой) ветвления, так и величиной листьев: крупнолистные растения имеют грубую рыхлую фактуру, а мелколистные – изящную мелкопористую плотную. Для тонких топиарных работ наиболее пригодны медленно растущие породы с мелким густым ветвлением.

#### 19. 1.4. Декоративные питомники

Питомники декоративных древесных пород – это специализированные хозяйства, предназначенные для выращивания различных видов саженцев деревьев и кустарников, используемых для озеленения населенных пунктов.

По срокам функционирования питомники бывают временные и постоянные. Временные питомники имеют обычно площадь 2-5 га, создаются на период строительства крупных парков на срок до 5 лет на самой территории объекта. По окончании строительства площадь питомника сокращают до размеров, необходимых для производства материала для ремонтных работ на построенном объекте. Постоянные питомники организуют на срок не менее 25-50 лет, их площадь может быть до 25 га (малые питомники), 26-100 га (средние), более 100 га (крупные).

По форме собственности различаются питомники федеральные, муниципальные и частные.

Питомники узкой специализации обслуживают железные и шоссейные дороги и производят неширокий ассортимент растений, а также ботанические сады, мемориальные объекты. Бывают питомники, выращивающие одну породу (розы или сирени) или растения крупных размеров.

*Размножение растений.* При выращивании декоративных древесных пород применяют семенной и вегетативный способы размножения.

Семенное размножение большинства декоративных деревьев и кустарников остается основным способом из-за технологической простоты, возможности механизации, общей экономичности. Кроме того, семенной способ размножения – единственный путь интродукции растений, которая в зеленом строительстве получила наибольшее развитие.

Применение вегетативных способов размножения в декоративном древоводстве обусловлено следующим:

невозможностью или затруднительностью при семенном размножении воспроизведения декоративных особенностей большого количества декоративных и садовых форм и сортов (розы, сирени,

клематисы, рододендроны, туи и т. д.);

наличием пород, которые в условиях производства трудно размножать семенами из-за быстрой потери ими всхожести (тополь, ива) или их недоброкачественности (чубушник, актинидия, виноград, некоторые спиреи и жимолости), а также неплодоносящих;

ускорением введения в культуру растений, еще не вступивших в пору плодоношения;

расширением периода (сроков) размножения при использовании и семенного, и вегетативного способов размножения для конкретного вида, сорта.

*Школы.* Формирование декоративных древесных растений начинается в питомниках с момента пересадки их из отдела размножения в отдел формирования, состоящий из так называемых древесных школ. По классической схеме в отделе формирования деревьев создаются три школы – I, II и III (последняя называется еще школой длительного выращивания), в отделе формирования кустарников – две школы.

При закладке древесных школ проводят более глубокую обработку почвы – от 30 до 50 см. Посадку проводят весной или осенью, после листопада (до окончания вегетации), чтобы корневая система могла затянуть раны, нанесенные при пересадке, до наступления зимы.

Последовательная пересадка растений в питомнике из одной школы в другую обусловлена необходимостью расширения площади питания растений (с 1 до 9 м<sup>2</sup>). При этом обеспечивается улучшение светового режима, качества растений. При густой посадке вырастают деревья с тонким штамбом и слабо развитой кроной, не отвечающие ГОСТам. При густом стоянии у саженцев развивается нежный тонкий эпидермис коры и в озеленительных насаждениях на их коре часто возникают ожоги и морозобоины. Выращивание деревьев без пересадок (в разреженных посевах или посадках) приводит к неэффективному использованию земли – основного средства производства в питомнике, – росту затрат на уход (борьбу с сорняками, поливы и др.) и почти исключает получение стандартного посадочного материала с компактной корневой системой, определяющего высокую приживаемость растений на объектах озеленения.

В школе I кустарники выращивают два (быстрорастущие – жимолость татарская, акация желтая, бузина красная и черная и др.) или три года (умеренно и медленно растущие – барбарис обыкновенный, бересклет бородавчатый, бирючина обыкновенная, бобовник, боярышник обыкновенный, бузина канадская, дейция изящная и шершавая,

дерен белый и красный, чубушник многоцветковый и др.). Те же растения, которые предназначены для ремонта или получения архитектурных форм, выращивают еще два-три года в школе II (до 7-8-летнего возраста). В школе I у всех кустарников формируют скелетные ветви надземной части, в школе II у архитектурных создают плотную поверхность кроны определенного профиля, а у растений со свободным очертанием кроны наращивают побеги 2 и 3-го порядков. Для этого применяют разные приемы обрезки.

Саженцы лиственных пород (ГОСТ 24909-81) подразделяются на пять групп (табл. 19.1).

Таблица 19.1

**Стандарты саженцев лиственных пород для озеленения населенных пунктов**

Показатель	Норма для групп				
	I*	II*	III	IV	V
Высота саженца, м	2,0-2,5	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-5,0	более 5,0
Высота штамба, м	1,0-1,3	1,3-1,8	1,5-2,0	1,8-2,2	1,8-2,2
Диаметр штамба на высоте 1,3 м от земли), см	2,0-2,5	3 и более	не менее 4,5	не менее 5,0	не менее 7,0
Количество скелетных ветвей, шт (не менее)	4	6	7	7	8
Величина земляного кома, м	-	-	1,0x1,0x x0,6	1,3x1,3x x0,6	1,7x1,7x x0,65
Диаметр корневой системы, см	50,0	60,0	-	-	-
Длина корневой системы, см (не менее)	35,0	40,0	-	-	-

*Примечания: 1. По согласованию с потребителем допускается выкапывать саженцы 1-го сорта для I группы с земляным комом размером 0,5x0,5x0,4 м, для II группы – 0,8x0,8x0,5 м. 2. Звездочкой помечены данные для саженцев 1-го сорта.*

Быстрорастущие деревья (клен ясенелистный, береза, ясень американский, тополя, ивы и др.) выращивают в школе I пять-шесть лет. За это время с помощью особых приемов обрезки у них формируют ствол и крону с ветвями 1 и 2-го порядков. Такие деревья готовы к высадке на объекты озеленения как растения I-II стандартных групп.

У медленно и умеренно растущих деревьев (клен остролистный, липа, дуб, ель, пихта, вяз, ясень обыкновенный, яблони) в школе I за четыре-пять лет выращивания формируют ствол (штамб). В школе II (также за четыре-пять лет) заканчивают формировать ствол и формируют двухлетнюю крону, т. е. получают материал I-III стандартных групп, пригодный для озеленения.



Крупномерные деревья и архитектурно привитые формы (IV-V стандартные группы) формируют в школе III (кустарники 3-7, деревья 7-25 лет и более).

В школе I площадь питания для кустарников составляет 0,20-0,25 м<sup>2</sup>, для медленнорастущих деревьев 0,3, для быстрорастущих 0,5, для архитектурных форм кустарников 1,0-1,25, деревьев 1,0 м<sup>2</sup>. Площадь питания растений в школе III зависит от характера развития крон и может быть от 2,25 (схема посадки 1,5x1,5 м) до 9 м<sup>2</sup> (3x3 м).

В стандартах на декоративные древесные растения определяются внешние качества растений – развитость надземной части и корней, отсутствие повреждений механизмами, вредителями и болезнями и т. д.

Размеры саженцев кустарников первого сорта (ГОСТ 26869-86) приведены в табл. 19.2. Требования к саженцам деревьев хвойных пород, используемых для озеленения населенных пунктов, изложены в ГОСТе 25769-83.

Таблица 19.2

### Стандарты декоративных кустарников

Показатель	Норма для групп		
	высокорослые	среднерослые	низкорослые
<i>Лиственные*</i>			
Высота надземной части, см (не более)	60 (110)	50 (90)	30 (60)
Количество скелетных ветвей, шт (не менее)	5 (6)	4 (5)	3 (5)
Длина корней, см (не менее)	25 (30)	20 (25)	20 (25)
<i>Хвойные</i>			
Высота надземной части, см (свыше)	50	-	30
Диаметр кроны, см (не менее)	30	-	20
Размер земляного кома, см (не менее):			
диаметр	20	-	20
высота	15	-	15
<i>Вьющиеся</i>			
Длина побега, см	-	свыше 50	-
Количество спелых ветвей, шт	-	не менее 3	-
Длина корневой системы, см	-	не менее 25	-

\* Данные для растений массовых посадок, в скобках – специальных.

#### 19.1.5. Дендрарий

*Дендрарий (арборетум)* – участок территории (самостоятельный или в составе ботанического сада), где в открытом грунте культивируются древесные растения (деревья, кустарники, кустарнички, лианы),

размещаемые по систематическому, географическому, экологическому, декоративному или другим признакам. Дендрарий имеет научное, учебное, культурно-просветительное или опытно-производственное назначение. Широкую известность получили многие дендрарии России, Украины, Кавказа, Крыма. Совет ботанических садов РФ объединяет 76 наиболее значимых учреждений такого рода, среди которых 22 чисто дендрологических, занимающихся интродукцией древесных пород, отбором наиболее стойких продуктивных видов и форм для использования в озеленении населенных пунктов. Кроме того, ценные дендрологические коллекции имеются практически во всех ботанических садах.

В системе ВНИАЛМИ несколько дендрариев, ориентированных на подбор деревьев и кустарников, пригодных в первую очередь для защитного лесоразведения и озеленения.

Волгоградский дендрарий (24 га) заложен в 1963 г. под руководством П. И. Чернявского на светло-каштановых почвах по географическому принципу. В нем имеется экспозиции древесной флоры Европы, Азии, Сев. Америки и др. Наряду с этим собраны коллекции по родовым комплексам (березы, тополя, боярышники, клены, рябины, розы, гледичии, черемухи и др.). В настоящее время в дендрарии проходят испытание около 478 таксонов из 97 родов и 39 семейств. Наиболее распространены розоцветные, жимолостные, бобовые, среди которых большое количество декоративных, плодовых, кормовых, медоносных, лекарственных видов и образцов, собранных в различных точках ареала и ценных для лесомелиорации и озеленения. Уникальность коллекционного материала определяется наличием адаптированного разнообразного ассортимента. Материалы по интродукции и акклиматизации древесных растений в Волгоградском дендрарии нашли отражение в ряде публикаций сотрудников ВНИАЛМИ – Н. В. Лысовой, Н. И. Хижняк, Л. В. Талалуевой, А. В. Семенютиной.

Камышинский дендрарий заложен (1931) под руководством Н. И. Суса и А. В. Альбенского на площади 7,5 га в зоне сухих степей с каштановыми почвами (Волгоградская обл., г. Камышин). Здесь произрастает 326 таксонов из 107 родов и 42 семейств. Значение этого дендрария, как одного из старейших центров селекции и интродукции видов для целей защитного лесоразведения и озеленения населенных пунктов, особо важно для аридных территорий. Основные результаты исследований в дендрариях отражены в работах А. В. Альбенского, П. К. Балашова, В. А. Шутилова.

В Поволжской АГЛОС (Самарская обл.) дендрарий площадью

25,3 га заложен (1965) под руководством И. И. Крылова и Т. И. Спириной в поселке Березки на черноземах степной зоны Заволжья. На коллекционных участках высажены деревья и кустарники 187 видов из 55 родов и 27 семейств. Материалы исследований опубликованы в научных трудах Поволжской АГЛЮС.

Кулундинский дендрарий в Алтайском крае заложен (1977) под руководством А. А. Долгих на каштановых почвах сухой степи. Здесь имеется 144 вида местных и интродуцированных деревьев и кустарников из 50 родов и 25 семейств. В этих дендрариях сосредоточен основной генофонд древесных растений для озеленения населенных пунктов.

По материалам исследований в дендрариях ВНИАЛМИ опубликованы и применяются "Предложения по ассортименту устойчивых и долговечных древесных и кустарниковых пород для районов Степного Поволжья" (1982); "Рекомендации по ассортименту интродуцированных древесных и кустарниковых видов для озеленения городов и поселков Волгоградской области" (1987); "Рекомендации по обогащению лесомелиоративных комплексов кустарниками многоцелевого назначения" (1999); "Ассортимент деревьев и кустарников для мелиорации агро- и урболандшафтов засушливого пояса России" (2002).

## **19.2. Садово-парковое искусство и основные этапы его развития**

Организация пространства путем подбора, размещения и группировки всех природных (рельеф, вода, растительность) и искусственных (скульптура, архитектурные сооружения) компонентов с соблюдением функциональных и художественных требований называется садово-парковым искусством, или ландшафтной архитектурой. Его задача – превращение озелененной территории в своеобразный архитектурный ансамбль (где живые растения являются основным строительным материалом), приспособленный для практических и эстетических потребностей человека.

В процессе исторического развития садово-паркового искусства определились разные виды парковых насаждений. В парках регулярного стиля они имеют геометрические формы (боскеты, аллеи, солитеры), а в пейзажных парках – композиции – аналоги естественной природы (рис. 19.7).

Для регулярного стилевого направления характерны геометрическая сетка плана (включающая прямолинейную трассировку дорог, геометрическую форму партеров и цветников, симметричное оформление композиционной оси и т. д.), архитектурно обработанный, террасиро-

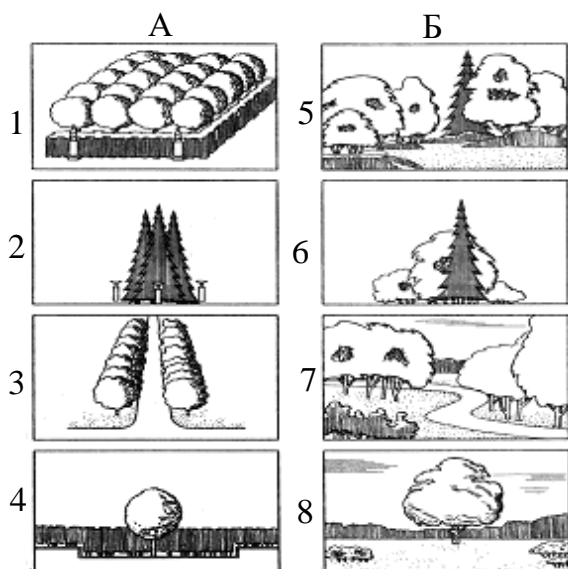


Рис. 19.7. Виды садово-парковых насаждений:

А – регулярные: 1 – боскет, 2 – группа, 3 – аллея, 4 – солитер; Б – пейзажные

ванный рельеф, подчеркнутое доминирование главного здания, четкие контуры водоемов, рядовые посадки деревьев и кустарников и их стрижка. В эту группу входят древние сады Востока, Греции и Рима, сады средневековья и эпохи Возрождения, французские парки регулярного стиля XVII в., сады и парки России конца XVII – первой половины XVIII в.

Пейзажное стилевое направление в отличие от регулярного отображает и подчеркивает красоту естественной природы. Оно характеризуется свободной сеткой плана, извилистыми дорогами, естественным рельефом, свободными контурами водоемов, лужаек, полян, свободно растущими деревьями с живописными формами крон. К этому стилевому направлению относятся сады Китая и Японии, пейзажные парки Европы XVIII в. и России XVIII – начала XIX в., садово-парковое искусство Европы, Америки, России XIX – XX вв.

Существует и направление, сочетающее как регулярные, так и ландшафтные элементы планировки. Характер планировки зависит от целевого назначения объекта. В настоящее время более приемлемой считают ландшафтную планировку, которая максимально сохраняет черты данной местности и благодаря своей простоте и близости к живой природе имеет ряд преимуществ по сравнению с регулярной.

### 19.2.1. Исторические и мемориальные парки, вопросы их охраны

Парки, созданные на территории нашей страны в XVIII – XIX вв., к настоящему времени, как правило, утратили большую часть насаждений, изменились в значительной степени их пространственно-экспозиционная организация и коренным образом функциональное назначение и форма использования. Дворцово-парковые и усадебные комплексы в России создавались для ограниченного пользования, и их территории не способны вынести современные нагрузки. В целях повышения их рекреационной емкости перестраиваются и дополня-

ются схемы аллей, дорог и площадок в зонах обслуживания и отдыха, организуются обзорные маршруты. Значительное место среди памятников садово-паркового искусства занимают парки, входящие в состав мемориальных комплексов. В силу принадлежности к ним требуется особое отношение. К памятникам садово-паркового искусства в Москве могут быть отнесены Центральный парк культуры и отдыха им. А. М. Горького, ПКиО "Сокольники", "Измайлово" и др.; насаждения Марсова Поля в Санкт-Петербурге; мемориальный комплекс на Мамаевом кургане в Волгограде и т. д. Для парков Победы, посвященных ВОВ, характерно органическое слияние средств всех видов искусства – скульптуры, литературы в виде памятных стихов, музыки и, конечно, насаждений. Традиционными стали вертикали тополей, голубых елей, колонновидных туй и можжевельников, плакучие формы ивы, вяза, рябины, березы.

Одной из главных причин необходимости восстановления и сохранения подобных объектов является то, что почти все насаждения этого типа в городах входят в состав насаждений общего пользования и несут большую функциональную нагрузку, в частности мест массового отдыха и туризма. Без реставрации и реконструкции они не могут выполнять новые функции в системе озеленения города, теряют декоративность и распадаются.

Процесс проектирования реконструкции включает композиционный и дендрологический анализ структуры насаждений, определение цели создания массивов, кулис, солитеров, пергол и др. При этом учитывается как видимая (истинная) "функциональность" элемента, так и дань существующей моде, стилю. При всех видах реставрации существующие насаждения, если они находятся в хорошем состоянии, могут быть использованы в качестве основы для формирования массивов и групп деревьев.

При реставрации объектов садово-паркового искусства обязательным является зонирование территории по режимам охраны.

Строгий охранный (заповедный) режим, при котором разрешается лишь ограниченное пользование в виде организованных экскурсий по определенным маршрутам и полностью запрещаются все виды современного строительства и благоустройства, распространяется на объекты, где уже осуществлена реставрация или возможно ее осуществление в дальнейшем, а композиционно-структурные утраты незначительны или вполне восполнимы.

Строгий планировочный (застроечный) режим распространяется

на ту часть территории, где обеспечено сохранение основного пространственно-композиционного строения и разрешаются дополнительные элементы строительства и благоустройства (добавочные тропы, дорожки, небольшие детские площадки, площадки отдыха и др.), не искажающие сложившуюся структуру. Режим использования свободный – по дорожкам и тропинкам, но без устройства пляжей, стоянок.

Свободный планировочный (застроечный) режим возможен на той части объекта, где произошли большие изменения и существовавшая пространственно-композиционная структура утрачена полностью или большей частью. Эта территория может рассматриваться как буферная при переходе к неохранным территориям и использоваться как зона активного отдыха, быть компенсатором за более строгий охранный режим на остальной территории. Она может быть также отнесена к территории существующего памятника и озеленена вновь. На ней разрешается строительство различных сооружений, в том числе жилых и общественных зданий, визуально не мешающих восприятию объекта.

#### 19.2.2. Лесопарки, принципы их организации

Лесопарк – это благоустроенный лес, предназначенный для свободного отдыха населения. Приведенный путем постепенной реконструкции в определенную ландшафтно-планировочную систему крупный зеленый массив служит для улучшения микроклимата и является источником чистого воздуха для близлежащих районов. Лесопарк обеспечивает массовый периодический и индивидуальный эпизодический отдых населения в условиях приспособленной для этого лесной среды. Здесь организуются туристические базы, лодочные станции, благоустроенные пляжи, спортивные базы, дома однодневного отдыха и т. д.

Свободный отдых без заметного ущерба для насаждений и лугового покрова может быть обеспечен, если на 1 га территории приходится не больше 10-20 посетителей. Сохранность насаждений, лугового покрова, животного мира зависит также от равномерности распределения посетителей и степени благоустройства (архитектурно-планировочных решений территории, продуманной организации дорожно-тропиночной сети). В лесопарках запрещена охота, пастьба скота, заготовка сена. Разрыв между зоной активного и тихого отдыха должен составлять не менее 300 м. На одного отдыхающего в зоне тихого отдыха рекомендуется иметь не менее 0,25 га площади. Норма площади лесопарка на одного посетителя дифференцируется в зави-

симости от величины города. Для малых городов она равна 750 м<sup>2</sup>, для средних, больших, крупных и крупнейших городов, учитывая более интенсивное посещение лесопарков, норма площади должна быть соответственно увеличена до 800, 850, 900 и 1000 м<sup>2</sup> на посетителя. Для городов с миллионным населением расчетная норма площади может составлять более 1000 м<sup>2</sup>. Эти нормы не распространяются на пригородные леса, градозащитные насаждения, коллективные сады, мелиоративные, водоохранные и другие насаждения, используемые частично для загородного отдыха.

### 19.2.3. Ландшафт городского парка

Ведущим звеном системы озеленения города считается парк, который создает условия для организации всех видов отдыха, а также благоприятно воздействует на городскую среду. Ландшафт городского парка дает возможность контакта человека с природой. Особенно велико их значение в безлесных районах. Нормы площади городских парков дифференцированы по природным условиям. На городские парки предусмотрена значительно большая рекреационная нагрузка, чем на лесопарки. Этому должно способствовать решение пространства и композиции ландшафта с соответствующим благоустройством.

В ландшафте городского парка выделяют следующие зоны:

концентрации основных парковых сооружений и мест сосредоточения людей (территории с повышенным уровнем благоустройства, рассчитанным на рекреационные нагрузки свыше 100 чел/га). Сооружения, дороги, аллеи и площадки всех видов занимают до 30-50% площади зоны. Композиция строится на гармоничном сочетании архитектуры с растительностью, водоемами, рельефом;

массового посещения (примыкает к первой) с обычным парковым уровнем благоустройства и необходимым оборудованием для различных видов массового отдыха. Рекреационная нагрузка 50-100 чел/га. Искусственные компоненты ландшафта композиционно подчинены природным;

природные, обособленные от городского окружения, с минимальным уровнем благоустройства, где по возможности исключаются любые сооружения (кроме прогулочных дорог, скамей, мостиков, навесов). Рекреационная нагрузка до 50 чел/га. Относительно свободный режим пользования полянами, водоемами и лесными массивами. Композиция строится полностью на основе природных факторов ландшафта.

Формы рельефа активно включаются в объемную структуру парка и влияют на организацию его пространства. Композиционные возможности рельефа в сильной степени определяются визуальными взаимосвязями частей парка и тем, как его формы влияют на восприятие парковых элементов – сооружений, растительности (рис. 19.8).

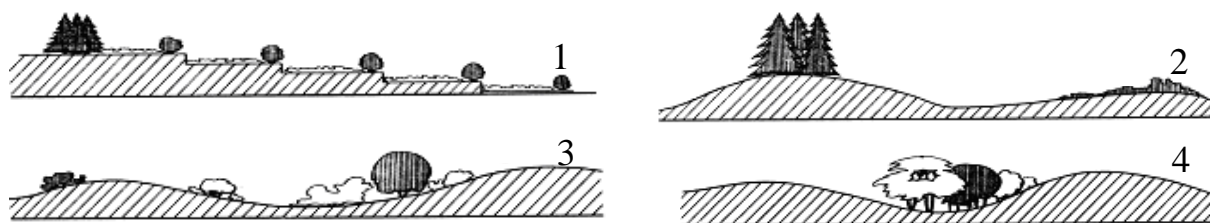


Рис. 19.8. Примеры использования растений с учетом рельефа:  
1 – акцентирование террас растениями, 2 – усиление холмистого рельефа группами растений, 3, 4 – приемы озеленения, нивелирующие рельеф

Композиционное построение парка осуществляется на основе естественных форм рельефа:

*на сложном рельефе* куполообразный или конусовидный объем возвышенности в максимальной степени связывает парк с внешним окружением, в нем почти нет замкнутых пространств. Раскрытие видов пространства имеет многосторонний или круговой характер. Последовательное "чтение" композиции начинается внизу у подножия и заканчивается на вершине, где композиция достигает кульминации;

*для парков на склоне* характерна фронтальность композиции. Типичная композиционная задача таких парков – выявление пространственной структуры склона, которая часто сводится к формированию системы террас. Решающую роль играют бровки – четкие переломы, переходы от плоских элементов к наклонным. С бровок открываются виды вниз и ими же ограничивается видимость при восприятии парка снизу. Параллельные линии бровок вместе с наиболее крутыми участками склона определяют вид парка при его фронтальном рассмотрении, в то время как плоские ступени скрыты от наблюдателя. Основные парковые сооружения размещаются на самых широких ступенях;

*в горной долине или каньоне* есть ведущая продольная пространственная ось, которая подчиняет себе весь парк: вдоль этой оси проходят главные аллеи, парковые сооружения, крупные площадки. Определяющим фактором композиции парка является наличие склонов, ограничивающих пространство с двух сторон, и узкой горизонтальной плоскости дна, занятого водотоком и поймой.

В любом парке, в том числе городском, при наличии естественных



насаждений одной из основных задач является их сохранение. К числу мероприятий по сохранению насаждений относится правильный расчет территории парка, рациональное зонирование и учет основных массовых потоков посетителей; сохранение отдельных посадок, создание защитных полос из декоративных кустарников и благоустроенных дорог.

Основные виды древесно-кустарниковых насаждений в городских парках – массивы, рощи, группы, рядовые и одиночные посадки.

#### 19.2.4. Принципы обсадки береговой линии парковых водоемов

Один из важнейших элементов садово-парковой композиции – водоемы. Они улучшают санитарно-гигиенические условия парковых и городских территорий, повышают ионизацию и влажность воздуха, снижают количество содержащейся в нем пыли, выравнивают температурный режим, повышают декоративность территории. Подразделяют водоемы на естественные (реки, моря, озера, ручьи) и искусственные (моря, пруды, каналы, бассейны, фонтаны).

Характер оформления водоемов и их размеры зависят от композиционного решения всего парка и его назначения. При устройстве водоемов большое значение имеют их контуры. Простые контуры зрительно несколько сокращают площадь водоема, но зато создают ощущение больших водных пространств. Изрезанные – членят пространство воды, создают разные условия видимости. В парках регулярного стиля создают водоемы геометрической формы, прямоугольные, линейные (каналы), круглые, овальные.

Однако в современных парках нередко ощущается недостаток воды, поэтому все чаще устраиваются фонтаны с её повторным использованием, а иногда как декоративный элемент используются и технические водоемы или резервуары.

Основные правила озеленения водоемов следующие:

на восточных берегах с освещенной стороны водоемов древесные породы размещают реже, они должны иметь ажурные кроны. На северо-западных берегах число растений увеличивают. Здесь целесообразно использовать породы с плотными кронами;

не следует размещать большое количество одинаковых растений или их групп вдоль береговой линии, особенно в ландшафтных парках, так как это придает пейзажу монотонность. Размещение одинаковых растений вдоль береговой линии допустимо только в парках регулярного стиля при создании определенной композиции;

слишком густые береговые посадки значительно сужают вод-

ную поверхность, поэтому насаждения необходимо чередовать с открытыми пространствами – небольшими лужайками, полянами.

Реки, протекающие по территории парка, являются в большинстве случаев основой их композиции. Береговая линия реки должна быть плавной. Участки, где возможен размыв берегов, необходимо укрепить, но чрезмерная перегрузка их различными сооружениями нарушает естественную красоту реки. Очень важно правильно использовать естественные излучины и контраст между высокими и низкими берегами. Изгибы рек следует использовать для создания видовых площадок. Посадки не должны быть расположены так, чтобы взгляд направлялся перпендикулярно к реке (рис. 19.9, 19.10).

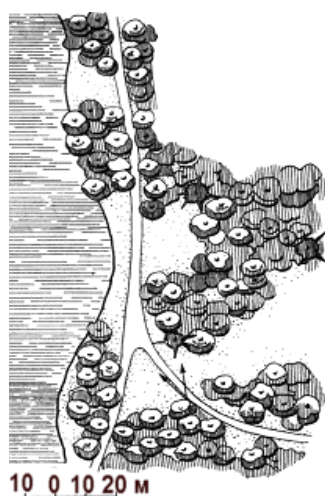


Рис. 19.9. Раскрытие вида на водоем с подводящей к нему дороги

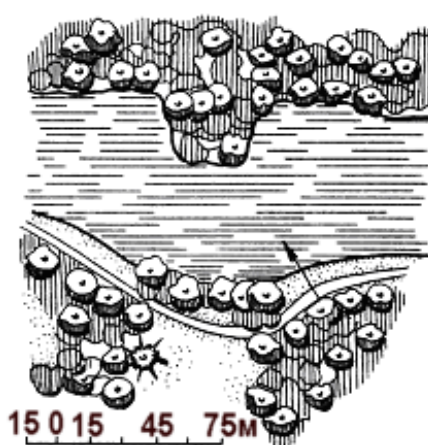


Рис. 19.10. Решение пейзажа у водной поверхности в зависимости от формы береговой линии противоположного берега

При композиционном решении приозерных или приморских парков необходимо обращать внимание на вид растительных группировок и архитектурных сооружений со стороны водоема. Озера и пруды, включенные в парковые ансамбли, чаще всего являются композиционным центром всего парка или отдельных его секторов. При подборе пород необходимо учитывать декоративные качества деревьев, кустарников и их влаголюбие. Из древесных растений широко используют иву вавилонскую, козью, формы березы с ниспадающими ветвями, плакучие формы ольхи белой, ясеня обыкновенного, дуба черешчатого, шелковицы белой, тсуги канадской, ели обыкновенной и других пород со свисающими ветвями. Для контрастности рядом с ними могут быть посажены растения с пирамидальной формой кроны, такие как тополь пирамидальный, ель, пихта.

Высаживая растения у берегов рек и озер, надо иметь в виду

возможность их затопления при весенних паводках и использовать виды, которые переносят эти неблагоприятные условия. Хорошо переносят затопление ива трехтычинковая, белая, черемуха обыкновенная, тополь черный, белый, осина. Незначительное затопление в течение 15-20 дней выдерживают дуб черешчатый, ясень обыкновенный, ель обыкновенная, клен остролистный, липа мелколистная и др.

Особую роль в оформлении водоемов играют водные растения. В зависимости от образа жизни все водные растения можно разделить на настоящие водные, плавающие и прибрежные. Посадку растений лучше проводить в водоем с выпущенной водой.

За водоемами надо вести тщательный уход. В летнее время поверхность воды может покрываться мелкой водной растительностью, особенно в южных районах. Так как водные растения быстро растут и развивают сильные корневища, ежегодно, а в некоторых случаях 2-3 раза в год следует удалять их излишки, а также часть корневищ.

#### 19.2.5. Схемы смешения, сочетания древесных и кустарниковых пород

Группы деревьев и кустарников (смешанные по составу) обладают потенциальной вариабельностью композиции и отличаются большой сложностью построения. Основой для построения таких групп может служить видовой состав древесных растений определенного типа леса, характерный для местных физико-географических условий (рис. 19.11).

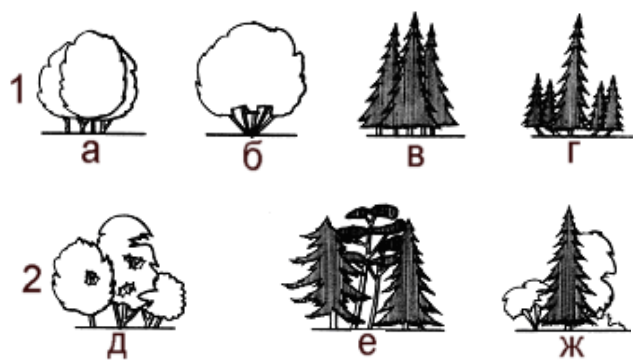


Рис. 19.11. Классификация групп по составу пород:

1 – чистые: а, б – лиственные, в, г – хвойные; 2 – смешанные: д – лиственные, е – хвойные, ж – лиственные и хвойные

В смешанных группах происходит потеря их декоративности в случае совмещения пород с различной долговечностью или с неблагоприятным взаимовлиянием. Смена состава группы приводит к изменению ее декоративного облика.

Деревья в группах могут размещаться на равных расстояниях, симметрично или несимметрично по отношению друг к другу (свободное расположение). Группы бывают плотными, ажурными, объединенными тройками.

Расстояние между деревьями проектируется с учетом биологических особенностей каждой породы. Например, для светолюбивых пород (берез, ясеней, сосны), 3-5-7 м, для теневыносливых (кленов, лип) 1-1,5-2-3-5 м. Несмотря на теневыносливость елей и пихт, при недостаточном доступе света они теряют нижние ветви, поэтому в больших группах для пихты рекомендуется расстояние 3-4 м, для туи и можжевельников от 0,4 до 2,0 м.

Кустарники в группах размещаются на расстоянии 0,5-3,0 м друг от друга в зависимости от их величины. Крупные (боярышник, сирень) высаживают на расстоянии 1-3 м; средние (виды и сорта роз, снежнягодник) 0,8-1,5; мелкие (барбарис Тунберга, некоторые виды спирей) 0,1-0,7 м. Сомкнутость в группах для светолюбивых пород не менее 0,5, для теневыносливых 0,6; расстояние между деревьями на бедных почвах  $1/4-1/5$ , на богатых  $1/3-1/4$  высоты дерева.

Древесные растения, образующие ядро средних и больших групп, высаживают ближе (иногда через 0,7-0,8 м) по сравнению с периферией группы (порой на расстоянии 3-5-8-10 м от ядра группы и 3-5 м друг от друга). Этим достигается высокая декоративность групп, хорошее состояние и развитие крон деревьев и кустарников. При размещении растений на расстоянии 8-14 м группа может потерять свое значение и стать участком срединного типа пространственной структуры.

В группах из 2-3 пород деревьев быстрорастущие светолюбивые растения занимают верхний ярус, а теневыносливые – второй; деревья, размещенные по краю группы, развиваются более равномерно.

По построению группы разделяются на регулярные и иррегулярные, контрастные и нейтральные (построенные на нюансах одного декоративного признака), которые, в свою очередь, членятся на имеющие "ядро" и не имеющие его. Ядро группы формируется из одного или нескольких растений, обычно более высоких. Оно может быть чистым или смешанным по составу. При компоновке ядра из нескольких видов подбираются растения, близкие по окраске листвы, структуре, создающие плавный переход от светлых к более темным деревьям и образующие компактную основу группы (рис. 19.12).

В тех случаях, когда ядро создается из деревьев с ажурной светлой кроной, группа производит впечатление светлой, радостной; из деревьев с густой, темной кроной – строгой, торжественной. По густоте посадки (или структуре) группы можно разделить на плотные, или густые; рыхлые, или ажурные; с просветами.

Плотные группы образуют монолитный объем. Посадочные места в таких группах обычно сближены, имеются насаждения во вто-

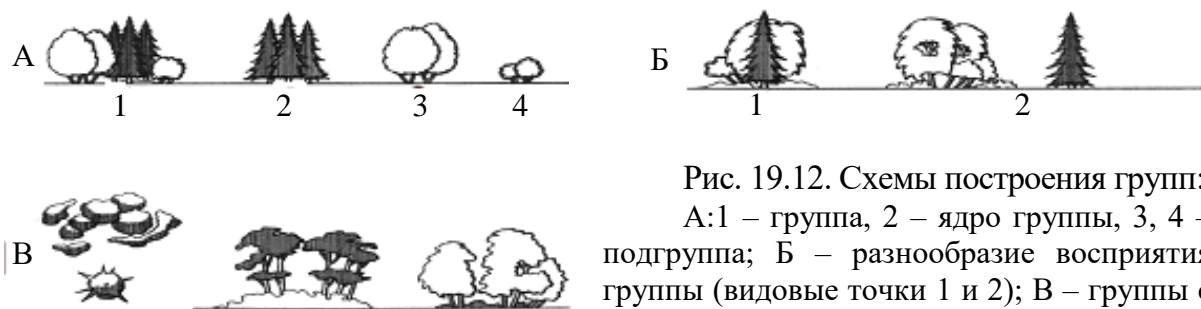


Рис. 19.12. Схемы построения групп:  
 А: 1 – группа, 2 – ядро группы, 3, 4 – подгруппа; Б – разнообразие восприятия группы (видовые точки 1 и 2); В – группы с различными формами просветов

ром ярусе и в опушке. Используя разнообразные виды деревьев и кустарников, можно достичь той или иной плотности смешанной группы. Для размещения под пологом древесных насаждений подбирают теневыносливые кустарники, а не выносящие затенения высаживают на расстоянии 2-5-10 м от деревьев. Кустарники рядом с деревьями (0,3-1,0 м) хуже развиваются или погибают.

Рыхлые группы представлены редкими посадками, позволяющими хорошо развиваться каждому растению. Они имеют сквозную просматриваемость (поэтому их называют еще сквозистыми), т. е. сквозь стволы и кроны виден задний план пейзажа – луг, вода, стена насаждений. Для построения таких групп деревья высаживают на расстоянии 3-9 м друг от друга, а кустарники преимущественно тонкой структуры на расстоянии 2-3 м и более.

Группы с просветами представляют собой структурный вариант ажурных, реже плотных групп. По количеству экземпляров они отличаются от ажурных групп и часто включают кустарники. По составу они могут быть чистыми и смешанными, из светолюбивых и теневыносливых растений. Величина просвета в небольшой группе 0,5-3-5 м (для взрослых деревьев), но не более, иначе нарушается единство и цельность, в больших группах – может достигать до 5-9 м.

Группы с кустарником чаще создают сплошные, но иногда, чтобы открыть вид на дерево, отдельный кустарник, цветник, группу разрывают небольшим просветом (шириной до 2-3 м, рис. 19.13).

Наиболее характерные приемы построения групп:

регулярное размещение растений (квинкус, простые ряды, шахматный порядок, круг, "подкова" и др.);

сближенное расположение растений или высадка в один котлован – группы-букеты (смешанные и чистые по составу);

создание чистых по составу групп типа "шатер" из деревьев и кустарников;

создание групп со свободным размещением деревьев – чистые и смешанные по составу породы.

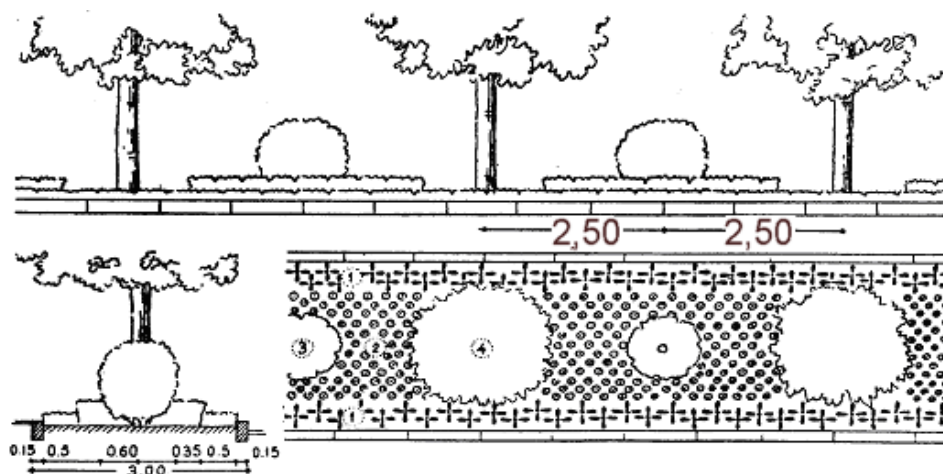


Рис. 19. 13. Декоративная посадка деревьев с кустарником

### 19.2.6. Цветочный декор, его значение и современные тенденции

Цветники – один из наиболее красочных декоративных элементов зеленых насаждений. Выбор типа цветочного оформления обусловлен местоположением цветника и его функциональным назначением. С одной стороны, это могут быть цветники, предназначенные для камерного восприятия, состоящие из одного растения или небольшой группы растений, размещенных у скамьи для отдыха, на лестничной площадке. Другой крайностью может являться цветник больших размеров, воспринимаемый, например, с более высокой площадки, с моста на значительном расстоянии и составленный из крупных (100-200 м<sup>2</sup> и более) цветочных пятен или композиций. Цветники подразделяют на партеры, клумбы, рабатки, массивы, группы и одиночные посадки.

Наиболее сложными цветниками являются цветочные партеры, которые обычно располагаются на хорошо просматриваемой территории в сочетании с партерным газоном или на его фоне. Они очень разнообразны по оформлению: от многоцветковых ковров (портреты, цветочные часы, панно) из низких стригущихся растений до крупных композиций (сочетаний геометрических фигур или свободных по форме цветочных пятен из средних и высоких, чаще однотонных, продолжительно цветущих однолетников и многолетников – клубневая бегония, герань, канны, циния, львиный зев, тюльпаны, нарциссы). В цветочные партеры могут входить и переносные вазы, ящики, кадочные растения, различные инертные материалы в качестве фона или самостоятельных декоративных элементов. Цветники из коврово-лиственных растений наиболее дорогостоящи и трудоемки как при



создании, так и при уходе за ними.

Клумбы обычно являются частью регулярных садово-парковых композиций. Они имеют различную форму (квадрат, круг, овал и т. п.). Подбор растений на клумбе, их расположение могут быть разнообразными: с простым или сложным рисунком, контрастным или сочетающимся по колориту, одинаковым или ступенчатым по высоте, возрастающим к центру клумбы или композиции.

На клумбах используют различные цветочные растения, обычно однолетники или двулетники. Цветочное оформление может быть сменным – ранневесеннее, когда растения высаживают осенью (луковичные) или ранней весной, и летнее – после отцветания и уборки первых посадок.

Удлиненные цветники вдоль дорожек и площадок называются рабатками, или бордюрами. В последнее время получили распространение бордюры из свободно переходящих одно в другое цветковых пятен из 2-3 видов растений одного роста. Более сложные и широкие (до 5-10 м) бордюры окаймляют какую-либо площадь внутри насаждения, розарий, грот, подпорную стенку или другое сооружение. Основную массу бордюра должны составлять средние по высоте растения, а размер самых высоких должен быть меньше ширины бордюра. В бордюры могут включаться одиночные кустарники или небольшие группы оригинальной формы и окраски. Главные требования к бордюрам из многолетников – непрерывное цветение и выдержанная дробность цветковых пятен.

В последние годы все более широкое распространение находят цветочные группы и массивы. Размер групп колеблется от 3-5 до 40-50 м<sup>2</sup>, а массивов – от 50-80 до 800-1000 м<sup>2</sup>. Создаются группы и массивы из многолетников, но могут использоваться и однолетние растения, особенно при смене луковичных и других раноцветущих растений. Группы обычно создаются из 1-2-3 видов растений; их высаживают по опушкам древесно-кустарниковых групп и массивов или у стен зданий и сооружений, вдоль дорожек.

### 19.2.7. Малые архитектурные формы

Размещаемые в садах и парках малые архитектурные формы представляют собой устройства небольших размеров, выполненные из разных материалов. Это ограды, подпорные стенки, декоративные вазоны, садовая мебель, светильники, беседки, павильоны, фонтаны, скульптура и др.

Монуументальные скульптурные произведения, памятники следует устанавливать в наиболее посещаемых местах. Перед ними целе-

сообразно создавать партерные газоны с невысокими кустарниками. Водные устройства – фонтаны, водоемы и бассейны с различными архитектурными сооружениями и украшениями в виде особой кладки, рельефов и др. – важный элемент малой архитектуры. Особенно велико их значение в южных районах России. Вазоны как элемент парковой архитектуры можно располагать на специальных подставках, на площадках или газонах поодиночке или группами в зависимости от художественного замысла. Террасы и подпорные стены следует устраивать на крутых склонах из материалов, имеющих один и тот же фон и фактуру, или из ритмично повторяющихся разных видов материалов. Как террасы, так и подпорные стены можно чередовать с откосами, занятыми газонами и почвопокровными растениями. Трельяжи и перголы используют для вертикального озеленения с целью создания тенистых мест отдыха как фон для малых форм, а также для маскировки нежелательных для показа сооружений, хозяйственных построек, устройств технических служб. Большие трельяжи устанавливают только для быстрорастущих лиан, которые в короткий срок занимают значительные площади. Павильоны, беседки, перголы и другие сооружения располагают в местах отдыха, откуда открывается живописный вид на окружающий ландшафт (рис. 19.14).

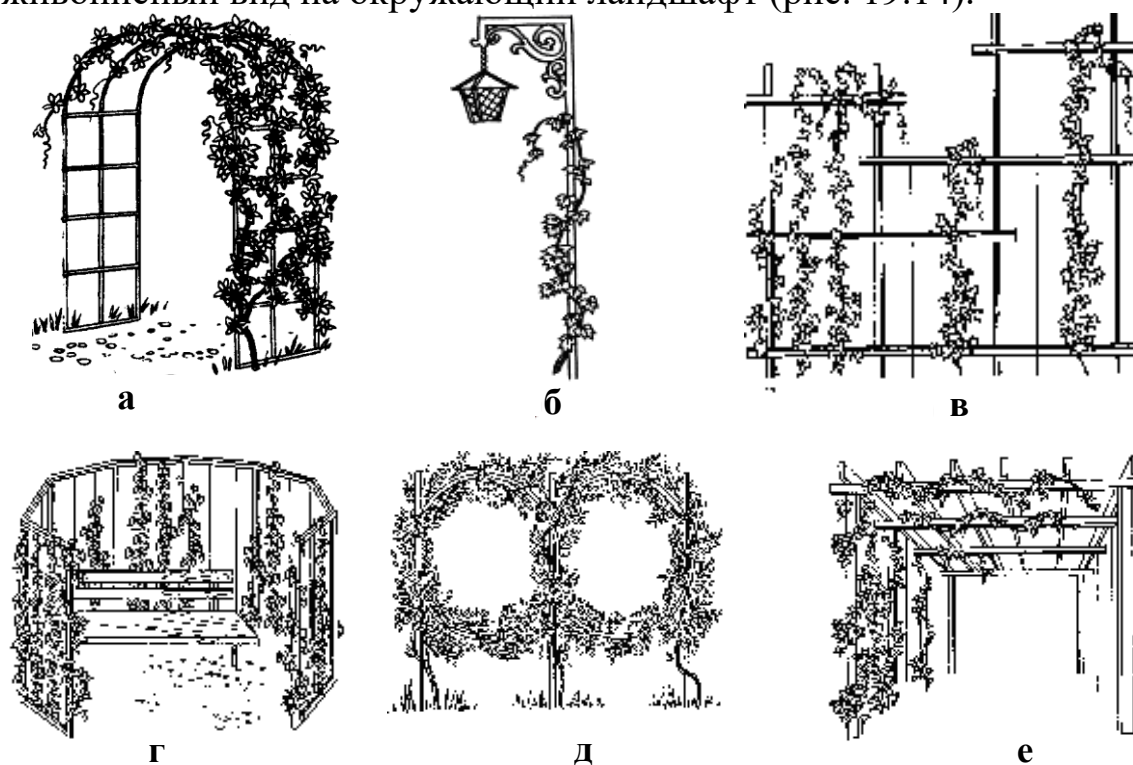


Рис. 19. 14. Малые архитектурные формы для вертикального озеленения:  
а – арка, б – украшенный виноградом столб, в – опора трельяж из толстых стенок,  
г – место отдыха, д – "иллюминаторы" для детского уголка, е – пергола – зеленая комната



### 19.3. Зеленое строительство городов

В функции озеленения входят проектирование, строительство, формирование и эксплуатация зеленых насаждений различных типов.

Озеленение городов – важнейшая составная часть в общем комплексе градостроительства и городского хозяйства, в значительной степени определяющая планировочную структуру города, его культурный ландшафт, санитарно-гигиенические и микроклиматические условия жизни населения. По территориальному признаку зеленые насаждения делятся на внутригородские и загородные.

#### 19.3.1. Объекты зеленого строительства

Зеленые насаждения с учетом выполняемой ими роли в общей планировке делятся на следующие основные типы.

*Парки* – крупные зеленые массивы с развитой системой физкультурных устройств, аттракционов, культурно-просветительных и зрелищных предприятий. В зависимости от степени оборудования в особую группу выделяются парки культуры и отдыха, в которых все виды отдыха обеспечены наиболее полно. Они рассчитаны на массовую посещаемость, поэтому зеленые насаждения типа партернов, газонов, цветников занимают в них относительно большой удельный вес. Дорожная сеть здесь также значительно гуще (рис. 19.15).

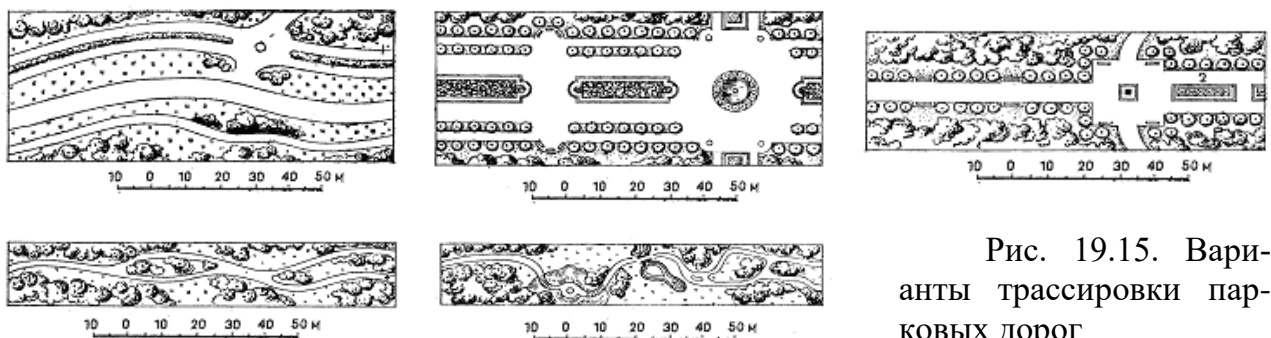


Рис. 19.15. Варианты трассировки парковых дорог

*Межквартальные насаждения* – это городские сады и скверы. В городских садах различные виды отдыха представлены менее полно, чем в парках, но удельный вес посадок партерного типа в них также высок и дорожная сеть так же развита, как и в парках. В садах встречаются насаждения различных типов, элементы парковых устройств, малые формы садовой архитектуры, пруды, фонтаны и т. п.

Сады жилых районов предназначаются для повседневного от-

дыха населения, что определяет их размещение и размеры. Они размещаются в непосредственной близости к жилой застройке. Площадь сада определяется в зависимости от количества населения района и должна быть не менее 5 га при норме 4-9 м<sup>2</sup> на одного жителя района. Большая часть сада жилого района (80-85 %) предназначена для тихого отдыха и прогулок. Площадки активного отдыха размещаются компактно и изолированно от зоны тихого отдыха. Такие сады обычно имеют свободную пейзажную планировку с наличием открытых полей, газонов, цветников. В зависимости от местных условий для изоляции от городского шума участки садов следует со всех сторон окружать широкой полосой защитных насаждений.

Скверы – это места по преимуществу кратковременного отдыха. В них преобладающее место занимают газоны, цветники и дорожная сеть. По назначению и размещению они подразделяются на скверы на городских площадях, улицах, в системе жилого квартала, на декоративные скверы у зданий и сооружений.

Конкретная планировка и общее оформление сквера непосредственно вытекают из его назначения и положения в плане города. Если сквер расположен на площади, на путях интенсивного движения, то в нем заметно увеличивается удельный вес дорожек (по отношению к общей площади). В скверах между домами удельный вес дорожек снижается.

Скверы могут иметь регулярную, свободную или комбинированную планировку. В зависимости от приемов размещения деревьев и кустарников сквер может быть открытого и закрытого типа с плотными посадками деревьев и кустарников по периметру и внутри массива.

*Насаждения на городских улицах* – это городские бульвары, пешеходные и прогулочные зеленые магистрали различной ширины и зеленые обсадки дорог в один-два ряда. Древесно-кустарниковые насаждения здесь наиболее густые.

*Бульвары* создаются вдоль магистралей, набережных, улиц в виде широкой (не менее 16 м) полосы из аллейных посадок деревьев и кустарников (рис. 19.16). Деревья высаживают с определенным интервалом (не менее 5 м), обеспечивающим вертикальную циркуляцию воздуха под их кронами. Нередко из стриженных кустарников образуют живые изгороди, располагая их со стороны проезжей части улицы. В нишах вдоль дорожек устанавливают скамейки. Затененные участки аллей и площадок на бульварах в южных районах должны составлять не менее 50-70 % от общей площади.



Рис. 19. 16. Профили бульваров с двухсторонним (а) и с односторонним (б) проездом

При многокилометровом протяжении магистралей нет надобности уличные насаждения выдерживать в одном типе. Однако на отдельных отрезках улицы однородность посадок должна быть строго соблюдена. По концам квартала, где один тип посадок может переходить в другой, рекомендуется помещать выделяющиеся из общей линии деревья, например с высокими пирамидальными кронами. Посадки кустарников также должны найти широкое применение при озеленении улиц как в виде стриженных живых изгородей, так и простых рядовых насаждений. При озеленении набережных необходимо учитывать и задачи инженерного укрепления береговых откосов.

*Внутриквартальные насаждения* имеют большое значение при строительстве новых городов или районов города. Озеленение жилых кварталов – один из наиболее характерных приемов озеленения городов.

При определении характера внутриквартального озеленения необходимо считаться с назначением и типом окружающих построек. Для отдыха на чистом воздухе создают уютные уголки, защищающие днем от зноя и достаточно изолированные для отдыха вечером. Следует предусматривать и насаждение плодовых деревьев и ягодников, обеспечивающих население плодами и ягодами. В придомовых садах широкое применение должно получить вертикальное озеленение стен вьющимися растениями.

*Насаждения на промышленных площадках* применяются главным образом в санитарно-гигиенических и защитных целях против газов, пыли, дыма, а порой и для кратковременного отдыха. Здесь главным элементом являются тенистые уголки, древесно-кустарниковые посадки из устойчивых к дыму, газу и пыли пород.

*Лесопарки* – крупные пригородные искусственно созданные или реконструированные лесные зеленые массивы, служащие местом продолжительного отдыха среди природы. В лесопарках устраивают павильоны, солярии, пруды для купания и т. п. Клумбы и цветники имеют здесь второстепенное значение. Лесопарки и пригородные леса, непосредственно территориально связанные с городом, являются важной категорией городских зеленых насаждений. Их роль весьма многооб-

разна: отдых городского населения, защита от дыма, вредных газов, пыли, ветра, улучшение микроклиматических условий, формирование общего архитектурного облика города и т. п.

*Защитные зоны* устраивают вокруг всего города или только со стороны господствующих ветров для защиты от заносов снегом, песком, пылью. Посадки деревьев и кустарников в защитных зонах делают более густыми. Кроме общегородских защитных зон, устраивают защитные зоны, ограждающие жилые районы от промышленных.

*Насаждения специального назначения* – зоопарки, дендрарии, ботанические сады, курортные парки и т. п. Содержание, оформление и их размеры устанавливаются в каждом отдельном случае.

### 19.3.2. Критерии ландшафтной организации населенных мест

Основные критерии ландшафтной организации населенных мест следующие:

оценка территории по функциональному, санитарно-гигиеническому, эстетическому, природоохранному, технологическому факторам, которые являются полноценными регуляторами состояния городской среды в экологическом аспекте, а зачастую и доминирующими элементами при построении архитектурно-художественного облика города и его частей;

характеристика природно-экологических факторов создания и развития озелененных территорий с учетом естественных, измененных и полностью преобразованных городских ландшафтов их зонированием, выделением объектов рекультивации (отдельных, изолированных и природно-территориальных);

воссоздание архитектурно-художественного своеобразия населенных мест, заключающееся в объединении, дополнении новыми разрозненно существующих выразительных архитектурных и ландшафтных элементов;

учет фактора времени в связи с видоизменениями озелененных территорий в результате эксплуатации.

### 19.3.3. Формирование системы озелененных территорий населенного места

Система озеленения населенного места включает насаждения разного назначения (табл. 19.3):

Таблица 19.3

**Нормы площади насаждений в городах малолесных районов, м<sup>2</sup>/чел**

Категория насаждений	Крупный город	Средний город	Районный центр
Общегородские парки, сады и скверы	5,00	4,00	7,00
Районные парки, сады и скверы	7,00	5,00	-
Сады микрорайонные и межквартальные	5,00	5,00	5,00
Насаждения стадионов (спортивных парков)	2,60	2,60	2,80
Насаждения на улицах	5,00	4,00	3,00
Итого насаждений общего пользования	24,60	20,60	17,80
Насаждения на участках:			
детских садов	1,20	1,20	1,20
яслей	0,75	0,75	0,75
школ	3,30	3,30	3,30
высших учебных заведений	0,34	0,34	-
техникумов	0,24	0,24	0,24
профессионально-технических училищ	0,34	0,34	0,34
учреждений здравоохранения	0,24	0,24	0,24
культурно-просветительных учреждений	0,79	0,79	0,79
Насаждения жилых микрорайонов и кварталов	20,30	22,30	27,80
Насаждения на территориях промышленных предприятий	8,00	8,00	8,00
Итого насаждений ограниченного пользования:	36,50	39,00	43,46
Насаждения санитарно-защитных зон	7,00	7,00	7,00
Насаждения на территории кладбищ	0,77	0,77	0,77
Прочие городские насаждения	5,00	5,00	5,00
Итого насаждений специального назначения	12,77	12,77	12,77
Всего по населенному пункту	78,80	79,40	74,00
Лесопарки (вне города)	150-200	70-100	50-75

общего пользования – сады жилых районов, скверы, бульвары;  
ограниченного пользования – сады микрорайонов, жилых групп, пешеходные аллеи, участки детских учреждений;

специального назначения – на магистральных и жилых улицах, участках технических и хозяйственных сооружений и др.

При формировании системы озеленения, как правило, предусматриваются следующие мероприятия:

создание крупных земельных массивов с целью обеспечения благоприятных условий для отдыха населения;

обеспечение равномерности и равнодоступности размещения элементов системы рекреационных территорий;

наличие пешеходных звеньев, связывающих крупные парковые

массивы и лесопарки с жилыми районами.

Система рекреационных территорий складывается из дисперсно размещенных элементов: парк или сад жилого района – бульвары городских магистралей и пешеходных аллей – сады микрорайонов и озелененные участки жилых групп.

#### 19.3.4. Принципы планировки и ландшафтной композиции жилых территорий

Численность населения микрорайона на расчетный срок не должна превышать 20, а на первую очередь 25 тыс.

Систему озеленения микрорайона рекомендуется разрабатывать с учетом его величины, общего архитектурно-пространственного решения и размещения учреждений обслуживания. При озеленении микрорайонов рекомендуется максимально использовать естественный ландшафт и создавать искусственные ландшафтные элементы (например, насыпные холмы, пруды и т. д.). На территории микрорайонов размещаются площадки для игр детей, отдыха взрослого населения, занятий физкультурой, а также площадки хозяйственного и другого специального назначения с необходимым озеленением, благоустройством и малыми архитектурными формами.

Суммарная площадь зеленых насаждений на территории микрорайона, в которую включаются все озелененные участки, кроме участков школ и детских учреждений, должна составлять на расчетный срок не менее  $6 \text{ м}^2 / \text{чел.}$

Придомовая озелененная территория – незамкнутое пространство, расположенное вдоль фасадов жилых домов и ограниченное, как правило, придомовыми проездами и тротуарами. Эти участки оформляются газонами с посадками небольших живописных групп из низких кустарников и цветников. Возможны посадки отдельных деревьев (липа, береза, рябина и т. д.) на расстоянии не менее 5 м от стены дома.

В более тесных дворах, где не может быть выделено место для достаточно крупной зеленой площадки, применяют формы озеленения, характерные для пешеходных улиц: подъем газона над уровнем тротуара (на 0,5-1,0 м), посадка цветов в передвижные бетонные емкости, создание трельяжей и пергол с лианами, формовка стриженных зеленых "стен", разделяющих площадки отдыха разного назначения и т. п. Предпочтительнее использование плиточного покрытия с дренажными швами, свободных групп деревьев и кустарников, малых архитектурных форм в ограниченном количестве.

### 19.3.5. Зеленое строительство в промышленной зоне города

Озеленение промышленной площадки любого предприятия должно представлять собой единую комплексную функциональную систему зеленых насаждений, увязанную с архитектурно-планировочным решением сооружений промышленного комплекса и его пространственной композицией. В зависимости от характера производства, величины предприятия и размещения его в системе населенного пункта озеленяемая территория делится на ряд зон. Наиболее часто это санитарно-защитная, предзаводская, производственная, складская и транспортная зоны. При создании единой системы озеленения определяется главный композиционный центр, который может быть заменен главной композиционной осью, особенно при удлинённой конфигурации промплощадки. Большие массивы зелени размещаются как на периферийных, так и на центральных участках площадей, свободных от застройки и не предназначенных для перспективного развития производства. Не рекомендуется создавать плотное непрерывное кольцо из зеленых массивов по периферии промплощадки, так как это будет препятствовать проветриванию. Для свободного проветривания во всех направлениях в насаждениях предусматриваются разрывы шириной 10-20 м. Плотность насаждений не должна превышать 0,6 полноты сомкнутости крон. Насаждения следует по возможности создавать смешанными. Для повышения их декоративности и санитарно-гигиенической роли в массивы вводятся одиночные или небольшие (3-7 шт) группы кустарников.

На заводской и предзаводской территории могут создаваться скверы разного назначения. Скверы, расположенные у входов, должны иметь достаточное количество дорог, предназначенных для прохождения большого числа людей в час пик. Мощение или асфальтовое покрытие таких дорог обязательно. Для предохранения от вытаптывания деревья и кустарники высаживают плотными группами, насыпают гравий в лунки, устраивают переносные цветники в вазах.

Большую роль в системе озеленения промплощадок играет озеленение внутризаводских проездов. Его задача – изоляция пешеходов и мест труда от шума, пыли и выхлопных газов движущегося транспорта; четкая организация грузопотоков и движения людей; улучшение микроклимата. Проезды, расположенные в меридиональном направлении с восточной стороны окаймляются более густыми и высокими насаждениями, проезды широтного направления обсаживаются с обеих сторон.

Озеленение транспортной магистрали может быть решено и в виде бульвара. В этом случае предпочтительнее асимметричное решение – насаждения размещаются со стороны примыкающих к дороге производственных корпусов. На перекрестках автодорог оставляют свободными от деревьев и высоких кустарников зоны видимости протяженностью до 50 м во все стороны от перекрестка. При озеленении зон железнодорожного транспорта соблюдаются разрывы и обеспечивается защита путей от снежных заносов.

При озеленении площадей между производственными цехами необходимо учитывать все точки выбросов, в том числе и неорганизованных, так как в непосредственной близости, например, к жерлам печей, местам травления и оксидирования возникают устойчивые зоны повышенной концентрации вредных веществ в воздухе. Размещение насаждений, их структура в каждом отдельном случае будут индивидуальными, обусловленными функциями и возможностями участка. Для промышленных предприятий в зависимости от класса вредности ширина санитарно-защитной зоны колеблется от 50 до 1000 м, но на практике может достигать 3-5 км и более.

Планировочное решение санитарно-защитной зоны (СЗЗ) должно учитывать весь комплекс природно-климатических факторов: почвенно-климатические условия, рельеф местности, преобладающее направление ветров, наличие крупных лесных массивов и водных поверхностей, микроклиматические особенности района строительства.

Обязательным компонентом СЗЗ является газонное покрытие. У более газоустойчивых травянистых растений, как правило, покровные ткани имеют кутикулу, воск, опушение, плотное строение листа и т. д. Надо учитывать, что у всех растений имеются критические периоды низкой газоустойчивости, когда у них слабо развиты покровы.

С учетом санитарно-гигиенических, эдафических условий, а также природных предпосылок миграции промышленных токсических веществ разработаны оптимальное соотношение и схема размещения растительности в санитарно-защитной зоне на примере ОАО "Химпром" г. Волгограда (рис. 19.17).

Изолирующие насаждения, в виде густой защитно-аккумуляционной лесополосы шириной 50 м (рис. 19.17а) расположены перпендикулярно направлению распространения выбросов и образуют заслон по внешнему периметру. Фильтрующе-аккумуляционные куртинные насаждения внутри участков (рис. 19.17б) формируются из небольших групп низких кустарников высотой 0,5-0,7 м, размещенных свободно по



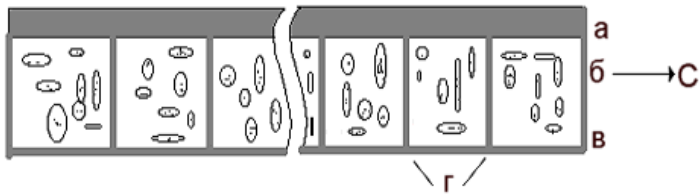


Рис. 19.17. Размещение растительности в санитарно-защитной зоне

газону. Группа состоит из 10-15 кустарников на расстоянии 0,7-1,0 м. Фильтрующе-аккумуляционные лесонасаждения по внешнему периметру от пром-площадки (рис. 19.17в) способствуют лучшему рассеиванию и выносу вредных выбросов с территории промзоны. Эта лесополоса шириной до 16 м состоит из древесных пород с ажурно-продуваемой кроной, дополненных невысоким кустарником. Рядовые посадки (г) формируются из высоких кустарников с компактной кроной или из низких деревьев.

Защитная лесополоса, как основная составляющая СЗЗ, включает до семи рядов древесных пород, наиболее устойчивых в данных условиях, и шести рядов кустарников (опушка). Опушка, обращенная к источнику выбросов, должна быть очень плотной без просветов в нижнем, среднем и верхнем ярусах. Центральные ряды лесополосы менее плотные, имеют ажурную конструкцию, что обеспечивает внутреннее проветривание лесополосы (рис. 19.18).



Рис. 19.18. Защитная лесополоса "изолирующего" типа:  
а – разрез, б – план

Максимальная эффективность в оздоровлении воздуха и улучшении санитарно-гигиенических условий в озелененном пространстве СЗЗ достигается через 8-10 лет.

### 19.3.6. Зеленое строительство в районных центрах

Районные центры застраиваются, как правило, индивидуальными жилыми домами с приусадебными участками, а также домами средней

этажности. Зеленые зоны выполняют санитарно-гигиенические, декоративные и хозяйственные (на приусадебных участках) функции.

*Озеленение приусадебных участков.* Подбор пород и рациональное размещение насаждений играют большую роль в благоустройстве, внешнем виде приусадебного участка, создают благоприятные условия для отдыха. Приусадебный участок включает жилой дом с палисадником, хозяйственный двор с надворными хозяйственными постройками, плодово-ягодный сад, огород и насаждения защитного назначения.

Палисадник располагается перед домом, его размеры зависят от ширины участка и расстояния от жилого дома до линии застройки. В палисаднике, а также на территории между домом и соседними участками рекомендуются посадки декоративных деревьев и кустарников, устройство цветников, среди декоративных деревьев могут быть размещены стол, скамейки, беседка для отдыха и занятий на воздухе. Деревья размещают не ближе 3-5 м от строений и 2-3 м от границы участка и дорожек, ягодные кустарники не ближе 1 м.

Плодово-ягодный сад располагают обычно за домом или рядом с ним. Защитные посадки на приусадебном участке состоят из противопожарных и ограждающих плодовой сад. Противопожарные посадки размещаются между жилыми домами в виде полосы длиной 10-15 и шириной 3,5 м.

*Насаждения жилых групп (внутри- и межквартальные).* Расположенные в непосредственной близости от жилых зданий средней этажности, они играют большую роль в благоустройстве дворов, защищают здания и территорию от солнца, ветра, пыли, шума, украшают жилые кварталы, декорируют некоторые малопривлекательные бытовые строения, создают условия для отдыха жителей.

Для озеленения придомовой территории у фасадов, обращенных на север, северо-запад и северо-восток, в условиях умеренного климата и севера следует выделять полосы шириной не менее 3 м с газонами, цветниками и отдельными группами кустарников. У южных и юго-западных фасадов ширину полос можно увеличивать до 5-6 м (в южных районах до 7-10 м) и наряду с кустарниками высаживать отдельные деревья.

Общественный центр районного населенного пункта – часть селитебной территории, на которой сосредоточены главные общественные учреждения: административные, культурно-просветительные, торгово-бытовые, общественного питания и т. п. При вытянутой или сложной конфигурации селитебной территории целесообразно создавать локальные центры (дополнительные) в местах плотной застройки-

ки. Приемы озеленения территорий общественных центров многообразны. Небольшая прямоугольная площадь может быть обсажена по всей ее внешней границе рядовой посадкой деревьев (одно-, двухрядной, аллеиной), создающей четкие границы.

Разрывы между зданиями оформляются древесными и кустарниковыми посадками для создания четких очертаний площади и объединения застройки, особенно при больших размерах площади или невозможности осуществления рядовой посадки деревьев по периметру. В зависимости от величины площади периметральную обсадку можно сочетать с устройством сквера, особенно если имеется естественный или искусственный водоем. Для оформления водоема применяются свободные или рядовые посадки деревьев и кустарников, устраиваются цветники, газоны и пр.

*Школьный участок.* При планировке школьных участков выделяются учебно-опытная, спортивная и защитная зоны, а также зона отдыха.

Учебно-опытная зона – это плодово-ягодный сад, включающий участок питомника, селекционные участки, где разнообразные растения служат материалом для занятий по естествознанию, биологии, садоводству, овощеводству.

Насаждения спортивной зоны располагают таким образом, чтобы максимально защитить учебный корпус от шума на площадках и создать оптимальное затенение. Для озеленения в данном случае следует применять живые изгороди и газоны.

Перед фасадом здания школы можно разбить цветник с разнообразными одно- и многолетними цветами. Декоративные посадки на площадках отдыха должны обеспечивать необходимое их затенение и не мешать пребыванию на площадках большого количества детей.

Спортивные площадки, хозяйственный двор и плодовый сад изолируют живой изгородью. На границе школьного участка создают защитные древесно-кустарниковые насаждения в виде полосы шириной не менее 3 м; озелененные участки школ должны составлять не менее 40 % их территории.

*Участок детских учреждений.* Озеленение участков детских садов должно предусматривать максимальную изоляцию их от соседних участков и улицы, защиту от ветра, пыли и т. п. при помощи плотных посадок по периметру. Ими необходимо также изолировать территорию хозяйственного двора и различные площадки, подбирая растения соответственно назначению объекта. Групповые детские площадки изолируются живыми изгородями шириной 1,0-1,5 м. Общую площадку

для игр рекомендуется окружать рядами или группами деревьев в сочетании с кустарниками, посаженными по периметру; беседку оформлять вьющимися растениями и обсаживать группами цветущего кустарника. Недопустимо озеленять колючими и ядовитыми растениями. Насаждения на участках детских учреждений должны занимать не менее 50% общей территории.

*Участок лечебных заведений.* Больницы следует размещать на изолированных участках в окружении плотных защитных посадок (особенно если больница расположена непосредственно в селе). Деревья и кустарники должны занимать не менее 50% общей площади участка. Сюда входят сквер у главного входа, парк с прогулочными дорожками и местами отдыха, посадки около больничных корпусов, вокруг хозяйственных зданий, вдоль границ участка. Особое внимание должно быть уделено обеспечению необходимой освещенности внутренних помещений в лечебных корпусах и защите их от ветра. Со стороны господствующих ветров создаются плотные древесно-кустарниковые посадки.

Требуется специальное озеленение и некоторых предприятий коммунально-бытового обслуживания, размещенных в жилой зоне или рядом с ней (баня, гараж, рынок и т.п.), в целях архитектурно-декоративного оформления и улучшения санитарно-гигиенических условий на их территориях. Насаждения защищают расположенные вблизи жилые дома от неприятных воздействий этих объектов (производственных шумов, пыли, запахов).

### 19.3.7. Проектирование объектов озеленения

В предпроектных исследованиях определяющими являются ландшафтный анализ территории и градостроительной ситуации участка проектирования. Исходными материалами для предпроектных работ служат данные об инженерно-геологической характеристике района, климате, выводы социологических обследований и результаты геосъемки, проведенной в зависимости от ранга проектируемого объекта в М 1:10000-1:2000.

Оценка ландшафтов, предназначенных для рекреационного использования, состоит из трех основных этапов: обследования (инвентаризации), оценки (бонитировки), обработки результатов и формулировки выводов.

Пригодность территории для рекреации определяют по оценке функционального состояния растительных сообществ (с учетом кли-

матических, гидрографических, геологических и орографических условий), а также гигиенического (качество водных бассейнов, атмосферного воздуха, заболоченность, режим тишины и т. д.) и эстетического (красота и гармония пейзажей, возможность обозрения панорам, цветовая гамма, степень экзотичности и аттрактивности ландшафтов) состояния земель.

В системе оценки ландшафта количество баллов (50, 100) принимается в зависимости от сложности обследуемого объекта и необходимости детализации отдельных показателей. При проектировании оценивается тип пространственной структуры насаждений (открытый, полуоткрытый, полужакрытый, закрытый). На территориях со сложным рельефом могут быть выделены также открытые и полуоткрытые замкнутые пространства.

Результаты оценки (эстетического, санитарно-гигиенического, природоохранного состояния) картографируются, легенды к картам дают в табличной форме для наглядности сопоставления особенностей каждого типа пространственной структуры исследуемой территории. Путем суммирования баллов получают объективную оценку территории, что дает возможность рационально организовать трассировку маршрутов, разработать объемно-пространственную структуру, функциональное зонирование и систему природоохранных мероприятий.

Обследование территории небольшой площади (до 10 га) в урбанизированной местности выполняется на стадии проекта или рабочего проекта на топографической основе в М 1:500 (1:1000). В этом же масштабе проводится детальное (подеревное) обследование насаждений для разработки рабочей документации на фрагменты или всю территорию объектов, имеющих площадь до 100 га (парки культуры, зоопарки, парки-памятники садово-паркового искусства и т. д.), с приложением материалов ландшафтного анализа.

Комплексный анализ полученных данных служит основой квалифицированного и профессионального проектирования ландшафтной организации территории с учетом всех ее особенностей.

#### **19.4. Садово-парковое строительство**

Проектирование садов и парков является важнейшим и наиболее сложным в архитектурно-ландшафтном отношении элементом озеленения.

Садовая архитектура, используя в качестве основных компонентов

разнообразные растения, солнечный свет, контрасты светотеней, водные зеркала и большие пространства, содержит в себе много элементов изменчивости и динамичности в зависимости от сезона и даже времени дня.

Одной из основных задач садово-парковых композиций является раскрытие и активное повышение эстетического потенциала территории, использование рельефа местности и зеленых насаждений в соответствии с целевым назначением. Для органичного включения их в планировку города используются новые приемы архитектурно-ландшафтного оформления.

#### 19.4.1. Правовые вопросы проектирования

Обоснование садово-паркового строительства на объектах общегородского и районного значения (парки, сады) должно вытекать из общего плана развития и планировки города согласно генеральному плану (или хотя бы генеральной схеме) его озеленения. В генеральном плане предусматривается место, размер, характер и очередность садово-паркового строительства. В случае отсутствия перспективных планов (или схем) развития и планировки города проектное задание разрабатывается на основе специального постановления горсовета о строительстве данного садово-паркового объекта.

До начала проектирования должен быть получен документ об отводе территории под зеленые насаждения. Проектное задание и технический проект устройства садово-парковых объектов должны быть согласованы с городским архитектором, санитарной инспекцией и органами пожарной охраны. Объекты ведомственного пользования (озеленение жилых кварталов, больниц, школ и т. д.) утверждаются как составная часть проекта организации соответствующей территории. Садово-парковое строительство не может быть начато до утверждения технического проекта и внесения в него исправлений, указанных в документе об утверждении.

Проектирование небольших садово-парковых объектов сравнительно несложно. Проект большого парка представляет собой сложный пакет из нескольких отдельных проектов. Обычно он включает план разбивки насаждений и материалы по строительству парковых зданий и сооружений, канализации, дренажа, водопровода, водных устройств и инженерной подготовке территории (планировка, подсыпка и т. п.), а также дендропроjekt, который определяет размещение и разбивку зеленых насаждений (древесно-кустарниковые посадки, газоны, цветники), предусматривая создание ландшафтных композиций парков и садов.

#### 19.4.2. Инженерная подготовка территории

Подготовка территории для садово-парковых объектов складывается из нескольких этапов. Прежде всего это освобождение от мусора, фундаментов, камней, пней, погибших деревьев и т. п. вручную или бульдозерами. При наличии хорошего травостоя или слоя растительной земли принимаются меры по их сохранению: из травостоя нарезают дернину, складывают ее штабелями, укрывают или притеняют и периодически поливают; растительную землю, если необходима ландшафтная планировка, сгребают в один или несколько буртов по границам участка.

Понятие *инженерная подготовка* включает работы по вертикальной планировке, организации поверхностного стока, частичному или полному осушению территории, прокладке подземных коммуникаций, защите территории от подтопления, укреплению склонов и берегов водоемов, сохранению существующих насаждений и уборке территории от мусора.

Вертикальная планировка проводится в зависимости от конкретных условий в соответствии с проектной и сметной документацией. При больших объемах перемещения грунта используют бульдозеры, скреперы, грейдеры. Минимальная (до 10 см) планировка участка со срезкой неровностей и засыпкой углублений может проводиться вручную. Прежде всего засыпают углубления и ямы, образовавшиеся при разборке подземных сооружений, стен, фундаментов. Для этого используют супесчаные и суглинистые грунты; примесь мелкого строительного мусора в них не должна превышать 40-50%; чистый строительный мусор используется только при засыпке дорог. Органический мусор и отходы химических производств не используются во избежание просадок и отравления почв.

По завершении грубой первичной вертикальной планировки приступают к строительству подземных сооружений, прокладке дренажа, водопровода, канализации, а также электрических и телефонных кабелей. Наличие и расположение этих простейших видов подземных сооружений определяется проектной документацией. Рекомендуемая норма осушения территории при озеленении, определяемая расстоянием от УГВ до поверхности почвы, должна составлять не менее 1,5 м.

Избыточное увлажнение устраняют с помощью открытой или закрытой дренажной системы. *Открытая дренажная система* прокладывается обычно на территориях крупных парков и лесопарков.

Она состоит из разветвленной сети канав-осушителей (собирателей) и магистральных коллекторов. *Закрытая дренажная система* представляет собой систему дрен, проложенных на глубине 0,7-1,0 м от поверхности, общий коллектор, колодцы, перепады на переходах с одного уровня к другому. По рабочим чертежам проекта намечают трассы укладки дрен, места устройства колодцев и т. д., затем по трассам роют траншеи установленной глубины (не менее глубины промерзания грунта) и придают им необходимый постоянный уклон (не менее 0,004). Всасывающие дрены укладывают выше собирательных и под углом к ним – елочкой. Наиболее долговечны керамические и бетонные дрены-трубы, пористые или со специальными отверстиями. Трубы при укладке плотно подгоняют друг к другу торцами, а соединения закрывают специальными манжетами или кусками толя во избежание засорения труб землей. Затем проводят испытание системы еще до засыпки траншей. Траншею засыпают сначала крупнозернистым щебнем слоем 30-40 см, затем более мелким щебнем или гравием. Сверху насыпают слой растительной земли. Устья собирателей и коллекторов укрепляют камнями или бетонируют.

Для поддержания необходимого влажностного режима дренаж устраивают также под спортивными и детскими площадками. Обычно это щебеночный дренаж без труб.

На объектах озеленения, особенно на крупных, необходима прокладка *ливневой канализации*, включающей лотки, дождеприемные и смотровые колодцы, канализационные трубы, магистральные коллекторы. Сооружение ливневой канализации осуществляется в соответствии с проектной документацией вдоль аллей и дорог. Дождеприемные колодцы располагаются через 150-200, смотровые – через 200-300 м в местах пересечения дорожек, у бровки газона. Если объект создается на хорошо дренирующих грунтах, то можно обойтись устройством водопоглощающих колодцев через 60-80 м вдоль дорог и на их пересечении.

Для обеспечения насаждений и сооружений водой устраивают *водопровод* хозяйственный (круглогодичного действия), поливочный (сезонного действия) или с совмещением обоих. Магистральные трубы прокладываются на глубине промерзания грунта, а ответвления разводящей сети – на глубине 30-50 см или по поверхности; при этом трубам придается уклон 0,002-0,003° в сторону магистральной поливочной сети, чтобы обеспечить спуск воды из системы на зимний период. Укладываемые в траншеи трубы необходимо обработать антикоррозионным покрытием. Засыпка траншей проводится только после



успешного завершения повторных испытаний. Водопровод должен иметь достаточное количество выводов на поверхность с установкой поливных кранов (радиус их действия 30-40 м).

К инженерным работам относятся также укрепление склонов и берегов водоемов, создание водонепроницаемых замков (слоя глины) на дне бассейнов, прудов и др. Для крепления склонов на объектах озеленения, как правило, используют травяной покров и проводят посадку кустарников и деревьев (при крутизне склона не более 30% и высоте склона до 10-12 м). Более высокие и крутые склоны обычно террасируют или несколько сравнивают. Террасы разбивают и планируют с помощью бульдозеров или автогрейдеров на заранее вспаханном склоне, их минимальная ширина 2-3 м. Террасы снаружи окаймляют грунтовым валиком и после внесения удобрений и боронования засевают травами. Посадку деревьев и кустарников на террасах осуществляют обычными методами.

Берега водоемов могут укрепляться подпорными стенками, а также бетонными или деревянными сваями. Подводную часть берегов больших водоемов укрепляют, укладывая бетонные плиты. На водонепроницаемых грунтах на дне водоема размещают замок.

#### 19.4.3. Агротехническая подготовка территорий объектов

Разрабатывая технический проект, необходимо провести агрохимическое обследование почвы и определить содержащийся в ней запас питательных веществ, а также составить почвенную карту. При этом учитываются структура, гранулометрический состав почвы, наличие основных питательных элементов, загрязнение мусором и др. Городские насыпные почвы, как правило, обладают нейтральной или щелочной реакцией почвенного раствора, высокой плотностью, слабой водоудерживающей способностью, высокой дренированностью грунта из-за большого количества строительного или другого мусора. По содержанию питательных веществ почвы могут быть от довольно плодородных до совершенно обедненных. Естественные природные почвы характеризуются повышенной кислотностью, особенно лесные подзолистые. В них обычно ощущается недостаток всех основных питательных веществ, особенно азота. Почвы, вышедшие из-под сельскохозяйственного пользования, как правило, содержат достаточное количество фосфора и калия, но в них тоже не хватает азота. Наиболее плодородны естественные черноземы.

В каждом конкретном случае проект предусматривает определенные мероприятия по улучшению или восстановлению плодородия почвогрунтов: известкование, внесение минеральных и органических удобрений, рыхление, добавление растительной земли, промывку, осушение, гипсование, посев сидератов и др.

Объекты зеленого строительства могут создаваться на естественных природных или искусственных насыпных почвах.

К полному восстановлению растительного слоя почвы приходится прибегать в тех случаях, когда озеленение проводится на чисто песчаных грунтах, на скальных породах или когда обнажена материнская порода и плодородный слой отсутствует. В этих случаях завозят старопашотную черноземную почву или торфокомпост: под газоны слоем 20 см, в посадочные ямы – сколько требуется для заполнения. В зависимости от конкретных условий укладывают до 2000 м<sup>3</sup>/га почвы и вносят минеральные удобрения. Перед этим накрываемый слой грунта рыхлят на глубину 15-20 см.

Посадку деревьев и кустарников без кома при хранении их на участке проводят после устройства газонов на всей площади. Посадку крупных деревьев с комом и применением машин и механизмов проводят после окончания планировки участка и обработки почвы под газоны.

#### 19.4.4. Организация работ в садово-парковом строительстве

При крупном парковом строительстве разрабатывают проект поэтапной организации работ. В разделе предварительной организации территории предусматривается порядок отвода участка, планировка и разбивка территории парка; мелиорация отдельных участков и производство подземных работ (устройство канализации, водопровода и т. д.); обработка почвы и внесение удобрений (органических, минеральных); посев почвоулучшающих сельхозкультур, например вико-овсяной смеси, люпина и др.; посадка деревьев, кустарников и устройство газонов.

В графике сроков и этапов проведения работ (по сезонам и годам) определяется очередность насыщения парка различного рода сооружениями и зданиями, работ по благоустройству территории, освещению и т. п., которые целесообразно проводить в следующий за организацией территории период на специально отведенных по проекту участках. При установлении сроков проведения работ предусматриваются максимально эффективные условия для работы машин и орудий,

в первую очередь механизация трудоемких работ – земляных и транспортных, имеющих особенно большой объем в садово-парковом строительстве. Обеспечивают равномерное распределение работ на строительных площадках и сроки выполнения агротехнических мероприятий. Подготовка садового оборудования (газонные ограждения, садовые скамьи, будки и т. п.) планируют на зимние месяцы.

На основе графика сроков проведения работ составляются календарные планы потребности в рабочей силе (по профессиям и разрядам), в материалах (по номенклатуре и их видам), в машинах, орудиях, механизмах, транспорте (с подразделением по видам: автомашины, гужевого транспорт) и финансовых средствах. Согласно технической смете составляется ведомость объема основных работ.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Агролесомелиоративная наука в XX веке; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 2001.
2. Агролесомелиоративное адаптивно-ландшафтное обустройство водосборов / И. С. Кочетов [и др.]; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1999.
3. Агролесомелиорация / под ред. А. В. Альбенского и П. Д. Никитина. – М., 1956.
4. Агролесомелиорация / под ред. В. Н. Виноградова. – М., 1979.
5. Агролесомелиорация / под ред. Н. И. Суса. – М., 1956.
6. Агролесомелиорация и плодородие почв / под ред. Е. С. Павловского. – М., 1991.
7. Агролесомелиорация. – 4-е изд. / под ред. А. В. Альбенского. – М., 1972.
8. Альбенский А. В. Селекция древесных пород и семеноводство / А. В. Альбенский. – М., 1959.
9. Антропогенная деградация ландшафтов и экологическая безопасность: сб. лекций междунар. учеб. курсов ЮНЕП / ЦМП / ВНИАЛМИ / под общ. ред. Е. С. Павловского и К. Н. Кулика. – Москва-Волгоград, 2000.
10. Аэрокосмические методы в охране природы и в лесном хозяйстве. – М., 1979.
11. Бабенко, Д. К. Научные основы ведения хозяйства в защитных лесных насаждениях / Д. К. Бабенко. – М., 1985.
12. Барабанов, А. Т. Агролесомелиорация в почвозащитном земледелии / А. Т. Барабанов; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1992.
13. Бартенев, И. М. Механизация защитного лесоразведения / И. М. Бартенев, Е. Г. Герусов, Ю. М. Жданов. – М., 1987.
14. Белицкая, О. Н. Формирование населения птиц в условиях защитных лесополос / О. Н. Белицкая. – М., 1988.
15. Васильев, Ю. И. Противодефляционная устойчивость почв Северного Кавказа / Ю. И. Васильев; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1997.
16. Васильев, Ю. И. Эффективность систем лесных полос в борьбе с дефляцией почв / Ю. И. Васильев; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 2003.
17. Вернадский, В. И. Биосфера / В. И. Вернадский. – Л., 1926.
18. Виноградов, Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем / Б. В. Ви-

ноградов. – М., 1984.

19. Виноградов, Б. В. Основы ландшафтной экологии / Б. В. Виноградов. – М., 1998.

20. Виноградов, В. Н. Комплексное освоение Нижнеднепровских песков / Б. В. Виноградов. – Симферополь, 1974.

21. Виноградов, В. Н. Освоение песков / Б. В. Виноградов. – М., 1980.

22. Вопросы экологии и биоценологии. – Вып. 8. Экология наземных позвоночных / под ред. Г. А. Новикова. – Л., 1963.

23. Высоцкий, Г. Н. Избр. соч. Т. 1-2 / Г. Н. Высоцкий. – М., 1962.

24. Гаель А. Г. Облесение бугристых песков засушливых областей / А. Г. Гаель. – М., 1952.

25. Гаель, А. Г. Пески и песчаные почвы / А. Г. Гаель, Л. Ф. Смирнова. – М., 1999.

26. Гаршинев, Е. А. Эрозионно-гидрологический процесс и лесомелиорация / Е. А. Гаршинев; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1999.

27. Гаршинев, Е. А. Эрозионно-гидрологический процесс и лесомелиорация / Е. А. Гаршинев; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 2002.

28. Долгилевич, М. И. Научные основы прогнозирования и система предупреждения эрозионных процессов / М. И. Долгилевич, М. И. Швевс, И. Г. Зыков. – М., 1992.

29. Долгилевич, М. И. Пыльные бури и агролесомелиоративные мероприятия / М. И. Долгилевич. – М., 1978.

30. Долгилевич, М. И. Системы лесных полос и ветровая эрозия / М. И. Долгилевич, Ю. И. Васильев, А. Н. Сажин. – М., 1981.

31. Жиганов, Ю. И. Защитное лесоразведение в Северной Америке / Ю. И. Жиганов: обзорн. информ. Сер. Охрана природы; ВНИИТЗИСХ. – М., 1976.

32. Жиганов, Ю. И. Защитное лесоразведение в странах Европейского континента / Ю. И. Жиганов. – М., 1973.

33. Заславский, М. Н. Эрозиоведение / М. Н. Заславский. – М., 1983.

34. Захаров, П. С. Эрозия почв и борьба с ней / П. С. Захаров. – М., 1978.

35. Защитное лесоразведение в СССР / под ред. Е. С. Павловского. – М., 1986.

36. Защитное лесоразведение по природным районам СССР: сб. науч. тр. / ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1991. – Вып. 2 (103).

37. Защитное лесоразведение: история, достижения, перспективы: сб. науч. тр. / ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1998. – Вып. 1 (108).

38. Зима, И. М. Механизация лесохозяйственных работ / И. М. Зима, Т. Т. Малугин. – М., 1976.

39. Зонн, И. С. Толковый словарь по опустыниванию земель / И. С. Зонн. – М., 1996.

40. Зонн, С. В. Влияние леса на почвы / С. В. Зонн. – М.: Изд-во АН СССР, 1954.
41. Зюзь, Н. С. Культуры сосны на песках Юго-Востока / Н. С. Зюзь. – М., 1990.
42. Иванов, А. Е. Комплексное освоение песков / А. Е. Иванов, М. М. Дрюченко. – М., 1968.
43. Ивонин, В. М. Агроресомелиорация водосборов / В. М. Ивонин. – Новочеркасск, 1993.
44. Инструктивные указания по проектированию и выращиванию защитных лесонасаждений на землях сельскохозяйственных предприятий. – М., 1973.
45. Искусственные леса степной зоны Украины / под ред. А. А. Бельгарда. – Харьков, 1960.
46. Калиниченко, Н. П. Механизация работ в защитном лесоразведении / Н. П. Калиниченко, В. В. Чернышев. – М., 1972.
47. Калиниченко, Н. П. Противоэрозионная лесомелиорация / Н. П. Калиниченко, И. Г. Зыков. – М., 1989.
48. Карузин, Б. В. Лесные полосы и урожай в Заволжье / Б. В. Карузин. – Куйбышев, 1954.
49. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – М., 1996.
50. Ковда, В. А. Основы учения о почвах / В. А. Ковда. – М.: Наука, 1973.
51. Козменко, А. С. Борьба с эрозией почв / А. С. Козменко. – М., 1954.
52. Козменко, А. С. Основы противоэрозионной мелиорации / А. С. Козменко. – М.: Сельхозгиз, 1954.
53. Колданов, В. Я. Степное лесоразведение / В. Я. Колданов. – М., 1967.
54. Концепция адаптивного лесоаграрного природопользования в аридной зоне / В. И. Петров [и др.]; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1996.
55. Кретинин, В. М. Регулирование питания растений в лесозащищенном агроландшафте / В. М. Кретинин; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1995.
56. Кулик К. Н. Аэрокосмические методы исследований аридных ландшафтов / К. Н. Кулик. // Методы исследований водной эрозии в противоэрозионной лесомелиорации: сб. науч. тр. / ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1989. – Вып. 1 (96).
57. Кулик, К. Н. Аэрокосмические исследования агролесоландшафтов / К. Н. Кулик. – Волгоград, 1989.
58. Кулик, Н. Ф. Лесомелиорация песчаных земель и их хозяйственное освоение / Н. Ф. Кулик. – Новочеркасск, 1987.
59. Лесная энциклопедия. Т. I-II. – М., 1985.
60. Лопырев, М. И. Защита земель от эрозии и охрана природы / М. И. Лопырев, Е. И. Рябов. – М., 1989.
61. Манаенков, А. С. Методика ландшафтно-хозяйственной классифика-

ции песчаных земель засушливых областей юго-востока европейской части СНГ / А. С. Манаенков, Н. С. Зюзь, К. Н. Кулик. – М., 1997.

62. Маслов, Б. С. Справочник мелиоратора / Б. С. Маслов. – М., 1980.

63. Маттис, Г. Я. Интенсификация выращивания посадочного материала для защитного лесоразведения / Г. Я. Маттис. – М., 1976.

64. Маттис, Г. Я. Семеноводство древесных пород для степного лесоразведения / Г. Я. Маттис, С. Н. Крючков, Б. А. Мухаев. – М., 1986.

65. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов / под ред. Е. С. Павловского и М. И. Долгилевича; ВАСХНИЛ. – М., 1985.

66. Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия. – Курск, Тверь: Чу До, 2001.

67. Никитин, П. Д. Выращивание полезащитных лесных полос / П. Д. Никитин. – М.: Колос, 1972.

68. Никитин, С. А. Песчаные пустыни СССР и их сельскохозяйственное значение / С. А. Никитин. – М.-Л., 1939.

69. Новиков, Н. Е. Защитные насаждения Новосильской ЗАГЛОС (1923-1957) / Н. Е. Новиков, Е. С. Павловский, В. П. Борец; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1995.

70. Новосельцева, А. И. Справочник по лесным питомникам / А. И. Новосельцева, Н. А. Смирнов. – М., 1983.

71. Озолин, Г. П. Селекция древесных пород для защитного лесоразведения / Г. П. Озолин, Г. Я. Маттис, И. В. Калинина. – М., 1978.

72. Павловский, Е. С. Агролесомелиорация в XXI веке / Е. С. Павловский // Аграрная наука. – 2000. – № 3.

73. Павловский, Е. С. Выращивание защитных насаждений в Каменной Степи / Е. С. Павловский. – М., 1965.

74. Павловский, Е. С. Концептуально-программные аспекты развития агролесомелиорации в России / Е. С. Павловский, Н. Г. Петров, Г. Я. Маттис. – М., 1995.

75. Павловский, Е. С. Концепция современной агролесомелиорации / Е. С. Павловский. – Волгоград, 1992.

76. Петров, В. И. Лесомелиоративная адаптация агроэкосистем Российского Прикаспия (на примере Калмыкии) / В. И. Петров, Д. Б. Габунщина. – Элиста, 2002.

77. Петров, М. П. Подвижные пески и борьба с ними / М. П. Петров. – М., 1959.

78. Петров, Н. Г. Ландшафтная агролесомелиорация / Н. Г. Петров. – Москва – Волгоград, 1997.

79. Полезащитное лесоразведение. – М., 1955.

80. Реймерс Н. Ф. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы / Н. Ф. Реймерс, А. В. Яблоков. – М., 1982.

81. Реймерс, Н. Ф. Природопользование / Н. Ф. Реймерс. – М., 1990.
82. Рекомендации по лесовыращиванию на бугристо-котловинных песках Западного Казахстана / А. С. Манаенков [и др.]; ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1997.
83. Романенко, Г. А. Земельные ресурсы России, эффективность их использования / Г. А. Романенко, Н. В. Комов, А. И. Тютюнников. – М., 1996.
84. Рябов, Е. И. Ветровая эрозия почв (дефляция) и меры ее предотвращения / Е. И. Рябов. – Ставрополь, 1996.
85. Савельева, Л. С. Устойчивость деревьев и кустарников в защитных лесных насаждениях / Л. С. Савельева. – М., 1975.
86. Семенютина, А. В. Ассортимент деревьев и кустарников для мелиорации агро- и урболандшафтов засушливой зоны: науч.-техн. рек. / А. В. Семенютина. – М., 2002.
87. Сенкевич, А. А. Экономика защитного лесоразведения / А. А. Сенкевич. – М., 1969.
88. Система машин для комплексной механизации с.-х. производства на 1986-1995 гг. – Ч. IV. Лесное хозяйство и защитное лесоразведение. – М., 1988.
89. Соболев, С. С. Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними / С. С. Соболев. – М.-Л. – Т. 1, 1948, Т. 2, 1960.
90. Справочник агролесомелиоратора. – М., 1984.
91. Справочник картографа / под ред. Е. И. Халугина. – М., 1988.
92. Справочник лесничего. – М., 1994.
93. Справочник лесоведа. – Киев, 1990.
94. Степанов, А. М. Агролесомелиорация орошаемых земель / А. М. Степанов. – М., 1987.
95. Субрегиональная Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием для юго-востока европейской части Российской Федерации / ЮНЕП, ЦМП, ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1999.
96. Субрегиональная Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) для Северного Кавказа (Ростовская область, Ставропольский край) / ЮНЕП, ЦМП, ВНИАЛМИ. – Волгоград, 2000.
97. Субрегиональная Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) для Западной Сибири (юг Кулунды Алтайского края) / ЮНЕП, ЦМП, ВНИАЛМИ. – Волгоград, 2000.
98. Сурмач, Г. П. Водная эрозия и борьба с ней / Г. П. Сурмач. – Л., 1976.
99. Сус, Н. И. Эрозия почв и борьба с ней / Н. И. Сус. – М., 1961.
100. Трещевский, И. В. Лесные мелиорации и зональные системы противозерозионных мероприятий / И. В. Трещевский, В. Г. Шаталов; ВГУ. – Воронеж, 1982.
101. Трибунская, В. М. Экономическая эффективность защитных лесных насаждений в системе охраны почв от эрозии / В. М. Трибунская. – М.: Агро-



промиздат, 1990.

102. Тюльпанов, Н. М. Лесопарковое хозяйство / Н. М. Тюльпанов – Л., 1975.
103. Фадеев, П. И. Пески СССР / П. И. Фадеев. – М., 1951.
104. Ханзаров, А. А. Эрозия почв и лесомелиорация в горах / А. А. Ханзаров. – М.: Лесная промышленность, 1983
105. Шаталов, В. Г. Лесные мелиорации / В. Г. Шаталов. – Воронеж, 1997.

## УКАЗАТЕЛЬ РАСТЕНИЙ

- Абрикос маньчжурский – *Armenica manshurica* (Maxim) Skvortz  
Абрикос обыкновенный – *A. vulgaris* Lam.  
Айлант высочайший – *Ailanthus altissima*  
Алыча – *Prunus divaricata* Ldb.  
Аморфа – *Amorpha fruticosa* L.  
Арония черноплодная – *Aronia melanocarpa* (Mich)  
Бархат амурский – *Phellodendron amurense* Rupr.  
Береза Максимовича – *Betula Maximowiczii* Rgl.  
Береза повислая – *B. pendula* Ehrh.  
Береза пушистая – *B. pubescens* Ehrh.  
Береза ребристая – *B. costata* Ehrh.  
Береза Эрмана – *B. Ermani* Cham.  
Бересклет – *Euonymus* L., s.p.  
Боярышник – *Srategus* L., s.p.  
Бузина – *Sambucus* L., s.p.  
Вишня степная – *Cerasus fructosa* (Pall) G.  
Вяз граболистный (берест) – *Ulmus carpinifolia* Rupr. ex. Suckow  
Вяз обыкновенный (гладкий) – *U. Laevis* Pull.  
Вяз приземистый – *U. pumila* L.  
Гледичия бесколючковая форма – *G. t.* (бесколючковая)  
Гледичия обыкновенная – *Gleditschia triacanthos* L.  
Груша лесная – *Pyrus communis* L.  
Груша уссурийская – *P. ussuriensis* Maxim  
Дерен – *Cornus* L., s.p.  
Джужгун – *Calligonum* L.  
Дуб красный – *Q. rubra* L.  
Дуб монгольский – *Quercus mongolica* Fisch.  
Дуб пирамидальный – *Quercus fastigiata* Lam  
Дуб черешчатый – *Q. robur* L.  
Ель аянская – *Picea jezoensis* Carr.  
Ель обыкновенная – *P. excelsa* Link.  
Ель сибирская – *P. obovata* Ldb.  
Жимолость – *Lonicera* L., s.p.  
Ива кустарниковая – *Salix* L., s.p.  
Изень глинистый – *Kochia Roth.*, s.p.  
Изень песчаный – *Kochia Roth.*, s.p.  
Ирга – *Amelanchier Medic.*, s.p.  
Калина – *Viburnum lantana* L.  
Камфоросма – *Camphorosma lessingii*  
Карагана древовидная (акация желтая) – *Karagana arborescens* Lam.  
Каркас западный – *Geltis occidentalis* L.  
Кизил – *Cornus mas* L.  
Клен моно – *Acer mono* Maxim.  
Клен остролистный – *A. platanoides* L.  
Клен татарский – *A. tataricum* L.  
Клен ясенелистный – *A. negundo* L.  
Лещина – *Corylus* L., s.p.  
Липа амурская – *Tilia amurensis* Rupr.  
Липа крупнолистная – *T. platyphyllos* Scop.  
Липа мелколистная – *T. cordata* Mill  
Лиственница даурская – *Larix dahuria* Turcz.  
Лиственница европейская – *L. decidua* Mill.  
Лиственница сибирская – *L. sibirica* Ldb.  
Лох узколистный – *Elaeagnus angustifolia* L.  
Можжевельник виргинский – *Juni-*

perus virginiana  
Облепиха – Hippophae L., s.p.  
Орех грецкий – Juglans regia L.  
Орех маньчжурский – J. manshurica Maxim.  
Орех черный – J. nigra L.  
Полынь белая – Artemisia L., s.p.  
Робиния лжеакация – Robinia pseudo-acacia L.  
Робиния, ф. мачтовая – R. p. L. rectissima Rober  
Рябина гибридная – Sorbus hybrida L.  
Саксаул черный – Haloxylon aphulum (Minkw.)  
Сирень обыкновенная – Syringa vulgaris L. Пjin.  
Скумпия кожевенная – Cotinus coggygia Scop.  
Смородина золотая – Ribes aureum Pursh.  
Смородина черная – R. nigrum L.  
Солянка древовидная – Salsola arbuscula Pall.

Сосна желтая – Pinus ponderosa Dougl.  
Сосна корейская – P. koraiensis Sieb. et Zucc.  
Сосна крымская – P. Pallasiana Lamb.  
Сосна обыкновенная – P. silvestris L.  
Сосна сибирская – P. sibirica (Rupr) Mayr.  
Тамарикс (гребенщик) – Tamarix L.  
Тамарикс ветвистый – T. ramosissima  
Терескен серый – Surotia ceratoides CAM.  
Терн – Prunus spinosa L.  
Тополь белый – Populus alba L.  
Тополь Болле – P. Bollaana Lauche  
Тополь Симона – P. Simonii Carr.  
Тополь черный (осокорь) – P. nigra L.  
Унаби, юйюба – Zezyphus jujuba  
Шелковица белая – Morus alba L.  
Шефердия – Shepherdia argentea Nutt.  
Яблоня Палласа – Malus Pallasiana Pall.  
Яблоня ягодная – M. baccata Borkh.  
Ясень ланцетный – Fraxinus lanceolata L.  
Ясень маньчжурский – F. manshurica L.  
Ясень обыкновенный – F. exselsior L.

## **АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ**

**издание 5-е, переработанное и дополненное**

**Редактор А. Н. Хохлова**  
**Компьютерный набор и верстка В. Г. Гирявенко**  
**Ответственная за выпуск Л. А. Петрова**

Подписано в печать 11.09.06.  
Уч.-изд. п. л. 49,7. Тираж 300. Заказ 10.

400062. Волгоград-62,  
Университетский проспект, 97.  
Печатно-множительный участок ВНИАЛМИ