В. М. Кретинин

ГИДРОЛОГИЯ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТА

Волгоград∗ФНЦ агроэкологии РАН∗2020

УДК 630. 266 + 431

Кретинин В. М. Гидрология агролесоландшафта. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2020. – 124 с.

В монографии обобщены многолетние исследования гидрологии агролесоландшафтов в лесостепной, степной, сухостепной, полупустынной и пустынной зонах России. Предложены мероприятия по оптимизации водообеспеченности почв и растений, продуктивности агролесоландшафтов.

Работа рассчитана на работников сельского и лесного хозяйства, специалистов в области почвоведения, гидрологии, земледелия, агролесомелиорации, экологии.

Kretinin V. M. Hydrology of the agroforestlandscap. – Volgograd: FSC Agroecology RAS, 2020. – 124 p.

The monograph summarizes long-term studies of the hydrology of agroforestlandscaps in the forest-steppe, steppe, dry-steppe, semi-desert and desert zones of Russia. Measures to optimize the water supply of soils and plants, the productivity of agroforestlandscaps are proposed.

The work is intended for workers in agriculture and forestry, specialists in the field of soil science, hydrology, agriculture, agroforest melioration, ecology.

Рецензент – **Н. Ф. Кулик,** доктор сельскохозяйственных наук**.**

ISBN 978-5-9909843-9-4

© ФНЦ агроэкологии РАН, 2020
© Кретинин В. М., 2020

ВВЕДЕНИЕ

Гидрология – наука, занимающаяся изучением природных вод, явлений и процессов в них происходящих. Ее раздел – гидрология суши – предназначен изучению поверхностной воды, а в настоящей работе решению практических агролесомелиоративных проблем: гидромелиорации, антропогенного ландшафта (АЛЛ), почв и грунтов, водообеспеченности сельскохозяйственных, древесных, кустарниковых растений.

Гидрология АЛЛ успешно развивается вместе с агролесомелиоративным почвоведением [72] и агролесомелиоративным земледелием [51].

Гидрология естественных природных ландшафтов на Восточно-Европейской равнине существенно ухудшалась при их преобразовании в агроландшафты в связи возросшей распашкой угодий и вырубкой лесов. Выдающийся отечественный ученый В. В. Докучаев [45] это наглядно выразил на иссушении наших степей. Он создал стройную концепцию (теорию) разнопольного землепользования, борьбы с засухой, эрозией почв и другими неблагоприятными явлениями климата. Благодаря работам особой экспедиции под его руководством, созданы антропогенные лесные оазисы, организованы гидрологические наблюдения. Образцом такого оазиса является Каменная Степь в Воронежской обл.

Известный лесовод Н. К. Генко посадил широкие водораздельные лесные полосы на Восточно-Европейской равнине для улучшения климата, гидрологии ландшафтов. Г. Н. Высоцкий [36] предложил создание более эффективной сети узких лесных полос.

В 20-х и начале 30-х годов XX в. были организованы Ново-

сильская опытно-овражная станция, Придеснянский опорный пункт, Средневолжская зональная лесомелиоративная станция, Богдинская агролесомелиоративная станция и Обливский агролесомелиоратвный пункт, Сталинградская агролесомелиоративная садово-виноградная опытная станция, Гусельский опытный участок в Саратовской обл., Куберлевский и Заветинский опытный участки в Ростовской обл., где проводились гидрологические исследования.

Новый этап в развитии защитного лесоразведения, гидротехнического строительства начался по всей стране после 1948 г. согласно так называемому "Плану преобразования природы". В России на сельскохозяйственных землях было посажено 5,2 млн га защитных лесных насаждений (ЗЛН). Однако к настоящему времени их площадь уменьшилась до 2,74 млн га, что составляет лишь 1,3 % аграрной территории РФ (204,5 млн га) и в 3-6 раз меньше научно обоснованных норм облесения [134].

В настоящей работе обсуждаются проблемы степного лесоразведения в стране, организация методики гидрологических исследований. Изложены материалы исследований трансформации природных ландшафтов, их водообеспеченности, задержания и распределения снега, замерзания и впитывания воды, сток талых вод, водообеспеченность почвы, режим и баланс воды в почве, формирование грунтовых вод (ГВ), гидрология орошаемых пастбищезащитных песчаных агролесоландшафтов и естественных лесных ландшафтов.

1. ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ В АГРОЛАНДШАФТЫ И АГРОЛЕСОЛАНДШАФТЫ

Естественные природные ландшафты на Восточно-Европейской равнине сохранялись до новой эры, когда древний человек занимался охотой, рыболовством, собирательством, впоследствии и скотоводством. Земледелие развивалось только в пойменных ландшафтах.

В начале новой эры с переселением тюркского этноса с востока на запад отмечалась деградация растительного покрова из-за интенсивного стравливания скотом, а нередко и выжигания травянистой растительности [80]. В первой половине тысячелетия деградирует и древесная растительность в южнотаежно-лесной и лесостепной зонах из-за выведения несовершенной древопольной перелоговой системы земледелия. Объемы вырубки леса увеличились вместе с ростом населения, расширением жилищного строительства, устройством оборонительных засек в Московском государстве, что отмечают и иностранные наблюдатели [43, 67]. Относительно изрежены леса в Ростово-Суздальской Руси в земледельческом регионе, так называемом Владимирском ополье, на темноцветных карбонатных почвах.

Таким образом, девственные природные ландшафты южнотаежно-лесной и лесостепной зон Восточно-Европейской равнины сохранялись лишь до нашей эры. Эталонами для современности могу быть антропогенно измененные ландшафты XVII в. Начиная с XVIII в. и до середины XIX в. интенсивная вырубка лесов, осушение и распашка земель деформировали природные лесные ландшафты. Подобные изменения девственных ландшаф-

тов происходили и в степных, полупустынных и пустынных зонах Восточно-Европейской равнины.

Интенсивно развивающееся в XIX в. и первой половине XX в. сельское хозяйство почти полностью преобразило природные ландшафты в аграрные. Трансформация ландшафтов наглядно представлена в балансе площадей угодий (табл. 1). Структура угодий естественных ландшафтов обусловлена зональностью климата. С северо-запада на юго-восток уменьшаются площади лесов, болот, лугов, обводненность территории.

Таблица 1

Структура угодий природных и антропогенных ландшафтов по природным зонам РФ

Природная зона	Ландшафт	Площадь угодий, %						
		пашня	пастбища	луга	леса	болота	вода	ЗЛН
Южнотаежно-лесная	Природный	5	2	15	56	8	14	0
	Аграрный	15	22	12	35	5	11	0
	Лесоаграрный	16	20	13	33	5	11	2
Лесостепная	Природный	8	23	12	40	5	12	0
	Аграрный	40	15	10	24	1	10	0
	Лесоаграрный	38	14	5	25	1	10	7
Степная	Природный	10	43	8	27	3	9	0
	Аграрный	57	17	5	14	1	6	0
	Лесоаграрный	52	14	6	14	1	7	6
Сухостепная	Природный	5	61	6	20	2	6	0
	Аграрный	43	35	3	15	0	4	0
	Лесоаграрный	42	28	4	15	0	5	6
Полупустынная	Природный	2	76	4	12	1	5	0
	Аграрный	35	50	1	10	0	4	0
	Лесоаграрный	34	45	1	11	0	5	4
Пустынная	Природный	0	92	2	3	0	3	0
	Аграрный	1	94	1	2	0	2	0
	Лесоаграрный	2	91	1	2	0	2	2

Распашка целинных степных земель в 50-е годы, осушение торфяников и болот в нечерноземной полосе в 60-80-е годы XIX в. привели к увеличению площади агроландшафтов. В структуре агроландшафта стали преобладать пашня, заметно уменьшились площади лесов, пастбищ, а также болот, лугов и даже вод.

Неумеренное землепользование, преобладание (до 50-70 %) пашни резко нарушило природную среду, усилило губительное

действие суховеев и засух, развитие эрозии, дефляции, засоления, обесструктуривания, дегумификации и загрязнения почвы, дренирования грунтов, иссушение, опустынивание территории, аридизацию климата.

Одним из доступных, продолжительно действующих и экологичных мероприятий в охране и защите природной среды от неблагоприятных климатических явлений (засух, суховеев) и неумеренного землепользования (интенсификации производства, распашки земель, перевыпаса скотом и др.) является защитное лесоразведение. Важное место в решении этих проблем занимают работы особой экспедиции Лесного департамента (1892-1899 гг.) в степях России под руководством В. В. Докучаева [45]. Созданные ею лесоаграрные ландшафты являются образцом преобразования природы, рациональной организации территории.

Созданный анторопогенный агролесоландшафт включает взаимодействующие системы ветроломных лесных полос на водоразделе, стокорегулирующих противоэрозионных лесных полос на склонах, естественные леса и перелески [1, 2]. Он обладает более эффективной адаптивной организацией территории, продуктивностью, мелиоративными свойствами, более комфортными условиями для жизни домашних животных и человека. В соответствии с природно-климатическими условиями оптимальная защитная лесистость в южнотаежно-лесной и пустынной зонах равна 2 %, полупустынной 4 %, степной и сухостепной 6 %, лесостепной 7 %. При этом площади пашни сохраняются, а площади лесов и вод увеличиваются.

2. ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЛАНДШАФТОВ ПРИРОДНЫХ ЗОН РФ

В умеренном природно-сельскохозяйственном поясе РФ на большей части равнинной территории в связи с ростом инсоляции и уменьшением количества осадков наблюдается постепенное увеличение сухости климата с севера на юг. Климат изменяется от слабо (западные районы европейской части РФ) до резко континентального (Забайкалье, Приамурье), зима – от мягкой до суровой, от бесснежной до многоснежной. В пределах пояса выделено 6 природно-сельскохозяйственных зон [108]: южнотаежно-лесная, лесостепная, степная, сухостепная, полупустынная и пустынная (табл. 2).

Таблица 2

Континентальность и водообеспеченность провинций природных зон [108]

Провинция	Континентальность климата, $K = A \cdot 100/0{,}33\varphi$	Среднегодовое количество осадков, мм	Увлажнение, $КУ = P/\Sigma d$	Высота снежного покрова, см
1	2	3	4	5
Южнотаежно-лесная зона				
Прибалтийская	111-140 Сл-У	500-800	0,60	20-45
Западная	132-150 У-У	600-700	0,45-0,60	20-45
Среднерусская	142-180 У-С	600-800	0,45-0,60	50-80
Западносибирская	184-199 С-С	400-500	0,42-0,55	60-90
Среднесибирская	217-228 Ок-Ок	300-400	0,35-0,45	30-50
Дальневосточно-Сахалинская	191-274	500-1000	0,45-0,60	30-90
Дальневосточно-Амуро-Уссурийская	Климат муссонный	700-1000	0,45-0,60	30-60

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5
Лесостепная зона				
Среднерусская	166-184 С-С	400-600	0,35-0,50	35-50
Предуральская	181-191 С-С	400-600	0,30-0,50	40-80
Западно-Сибирская	189-208 С-Ок	300-400	0,30-0,40	96-99
Северопредалтайская	197-208 С-Ок	400-700	0,35-0,50	45-100
Среднесибирская	198-233 С-Ок	300-500	0,30-0,50	30-60
Степная зона				
Предкавказская степная и лесостепная	167-187 С-С	400-800	0,20-0,45	10-60
Южнорусская	177-195 С-С	350-500	0,20-0,37	15-40
Западнопредалтайская	212-216 Ок-Ок	300-500	0,20-0,38	40-50
Восточносибирская	215-263 Ок-Р	200-400	0,20-0,35	15-40
Сухостепная зона				
Маныческо-Донская	193-205 С-С	250-350	0,12-0,25	10-15
Заволжская	209-224 Ок-Ок	250-350	0,12-0,22	15-25
Полупустынная зона				
Прикаспийская	205-232 Ок-Ок	100-300	0,10-0,17	10-25
Пустынная зона				
Арало-Каспийская	206-240 Ок-Ок	75-175	0,05-0,10	10

Южнотаежно-лесная зона – зона дерново-подзолистых почв, преимущественно избыточно-влажная и влажная.

Лесостепная – зона серых лесных почв, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземов, преимущественно полувлажная (с редкими засухами). Юго-западные и западные ветры приносят осадки. Лесостепь Западной Сибири отличается от лесостепи европейской части равнины меньшим количеством осад-

ков и несколько пониженным значением показателя увлажнения.

Степная зона – зона обыкновенных и южных черноземов, лугово-черноземных почв, достаточно обеспечена влагой. Климат значительно изменяется при движении с запада на восток. Особенность климата степей – четко выраженная засушливость, усиливающаяся к востоку.

Сухостепная зона – зона темно-каштановых, каштановых, лугово-каштановых почв, мало обеспечена влагой. Особенность климата сухостепной зоны – еще большее, чем в степной зоне, несоответствие между количеством годовых осадков и возможным испарением (в 2,5-3 раза больше).

Полупустынная зона – зона светло-каштановых и бурых полупустынных, солонцеватых и солончаковатых почв, не обеспеченная влагой. Для нее характерны очень континентальный климат и незначительное атмосферное увлажнение. Основная причина уменьшения количества атмосферных осадков в полупустыне заключается в ослаблении циклонической деятельности и росте испаряемости антициклонов, обусловливающих преобладание малооблачной погоды. Засухи очень интенсивные.

Пустынная зона – зона бурых полупустынных почв, солонцов, солончаков, песков, не обеспеченная влагой, выше среднего обеспечена теплом. Главный климатообразующий фактор территории – господство тропического воздуха в большую часть года. Зимой территория находится под воздействием сибирского антициклона. Нередко встречаются холодные массы арктического воздуха. Воздушные массы, приходящие с запада через Каспийское море, приносят с собой влагу. Лето более жаркое, солнечное и сухое, чем в зоне полупустыни.

Гидротехнический эффект тепла и света, поступающих от Солнца на земную поверхность, проявляется в том случае, если агроландшафты обеспечены достаточным количеством влаги. Среднегодовое распределение и баланс воды в почве агролесомелиорированной территории значительно изменяются с севера на юг (табл. 3).

Таблица 3

Среднегодовое распределение гидротермических показателей в природных зонах ЕТР, мм

Природная зона	Широта, °	Осадки	Испарение	Испаряемость
Южнотаежно-лесная	56-60	700-800	250-300	350-420
Лесостепная	54-56	600-700	300	450-520
Степная	52-54	400-500	300-350	520-600
Сухостепная	49-52	350-400	250-300	600-700
Полупустынная	48-49	300-350	200-250	700-730
Пустынная	46-48	250-300	150-200	730-800

Сумма атмосферных осадков уменьшается в 3, испаряемость в 2 раза. Испарение осадков на севере уменьшается вследствие высокой влажности и низкой температуры воздуха, а на юге – вследствие малого количества осадков. Поверхностный сток наибольший в лесостепной, степной и сухостепной зонах с пересеченной, покатой поверхностью и высокой распаханностью, а на юге – из-за слабой увлажненности и слабой сточности.

Рассчитаны площади сельскохозяйственных угодий и ЗЛН по природным зонам РФ на период учета 1995 г. [134]. Из общего сельскохозяйственного агролесомелиоративного фонда (160557 тыс. га) наибольшую площадь занимают степная (35,0 %) и лесостепная (32,4 %), наименьшую – пустынная (0,7 %) и полупустынная (5,5 %) зоны (табл. 4).

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

Таблица 4

Площадь сельхозугодий по природным зонам РФ на 1995 г.

Природная зона	Площадь сельхозугодий, тыс. га		Лесистость, %
	общая	в т. ч. ЗЛН	
Южнотаежно-лесная	22463	185,0	0,82
Лесостепная	52037	958,2	1,84
Степная	56628	1004,4	1,77
Сухостепная	19374	458,2	2,37
Полупустынная	8849	117,3	0,61
Пустынная	1156	10,3	0,89
Всего по РФ	160557	2733,4	1,70

для экологического и социального благоустройства сельскохозяйственных земель России необходимо иметь 14 млн га различных ЗЛН, что соответствует 5,8 % всех сельхозугодий, или около 8 % площади всего агролесомелиоративного фонда [2].

Исследования проводили в агролесоландшафте (АЛЛ). Агролесоландшафт – природноантропогенная агролесосистема, в которой средствами защитного лесоразведения при участии естественных лесов и перелесков создаются постоянные лесомелиоративные биорубежи, обладающие стабилизирующим экологическим воздействием на агросреду и способствующие наиболее эффективной адаптивной организации сельскохозяйственной территории и сельскохозяйственного производства на ландшафтной основе. ЗЛН образуют каркас/систему, долговременных внешних и внутренних рубежей на сельхозугодьях, закрепления в натуре их границы и границы отдельных полей, участков, дорог, гидрографической сети и др. [145].

Дана характеристика 9 опытных АЛЛ, где проведены длительные и глубокие гидрологические исследования (табл. 5).

Таблица 5

Характеристика опытных агролесоландшафтов

Название АЛЛ	Местоположение АЛЛ	Площадь, га		Возраст АЛЛ	Полезащитная лесистость, %
		общая	ЗЛН		
1	2	3	4	5	6
Лесостепной среднерусский увалистый серых лесных и черноземов оподзоленных суглинистых	ОПХ Новосильской НИЛОС, Орловская обл., Мценский р-н	4736	839	33,0	18,1
Степной заволжский: Кинельско-Самарский равнинно-увалистый черноземов обыкновенных глинистых	Тимашевский оп. пункт ВНИАЛМИ, Самарская обл., Кинель-Черкасский р-н	338	28	60,0	8,2
равнинно-увалистый черноземов обыкновенных тяжелосуглинистых	Поволжская АГЛОС, Самарская обл., Дубово-Уметский р-н	2900	187	24,0	0,5

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6
Степной Белгородско-Калачский возвышенно-волнистый черноземов обыкновенных глинистых	Каменная Степь, Воронежская обл., Таловский р-н	2595	178,0	56,0	6,9
Сухостепной Качалинский водораздельный Волго-Иловлинский на каштановых суглинистых почвах	ФГУП "Качалинское" Волгоградская обл., Иловлинский р-н	1150	123,0	3,3	3,9
Сухостепной Чирско-Донской аллювиально-эоловый	ФГУП "Обливское", Ростовская обл., Обливский р-н		900,0	37,0	
Сухостепной заволжский плоскоравнинный каштановый суглинистый	АОЗТ "Николаевское" Волгоградская обл., Николаевский р-н	1933	55,8	31,0	2,9
Сухостепной Западно-Сибирский Кулундинский плоскоравнинный каштановый суглинистый	АО "Кулундинское" Алтайский край, Кулундинский р-н	45015	2583	20,0	5,8
Полупустынный заволжский прикаспийский на глинистых почвах солонцового комплекса	Джаныбекский стационар лаборатории лесоведения РАСХН Казахстан	562	96,0	37,0	17,1
Полупустынный Ергенинский на суглинистых почвах солонцового комплекса	Заветинский опорный пункт ВНИАЛМИ, Ростовская обл., Заветинский р-н	52	15,0	38,0	28,2
Полупустынный на юге Приволжской возвышенности светло-каштановых суглинистых почв на песках	ОПХ "Волгоградское", г. Волгоград	131	7,6	22,0	5,8
Пустынный заволжский прикаспийский на бурых полупустынных песчаных почвах	б. Страна Советов, Астраханская обл., Харабалинский р-н	550	16,5	8,0	3,0
Полупустынный заволжский притеррасный на бурых полупустынных и пойменный на аллювиальных дерновых насыщенных слоистых суглинках	ГНУ Харабалинская НИАГЛОС, Астраханская обл., Харабалинский р-н	678	10,0	20,0	15,0
Пустынный Богдинский плоскоравнинный на бурых полупустынных супесчаных почвах	Степное отделение Богдинской НИАГЛОС, Астраханская обл., Харабалинский р-н	1972	235,0	25,0	11,9

Лесостепной Новосильский АЛЛ характеризуется большой лесистостью территории, взаимодействующей системой стокорегулирующих лесных полос, усиленных гидротехническими сооружениями (ров и вал вдоль нижнего ряда на склоне и ров в междурядье лесной полосы), заложенные А. С. Козменко [69].

Для оценки степени увлажненности территории, определения засушливости погоды или климата пользуются индексом Г. Н. Высоцкого [36]. Он представляет собой отношение среднегодовой суммы осадков к испаряемости (табл. 6).

Таблица 6

Индексы увлажненности климата по Г. Н. Высоцкому

Зона	Среднее за год, мм		Отношение осадков к испаряемости (индекс)	Характер увлажненности
	количество осадков	испаряемость		
Лесная	600	400	1,5	Избыточный
Лесостепь	500	500	1,0	Неустойчивый
Степь	400	800	0,5	Засушливый
Полупустыня	250	1000	0,25	Острозасушливый
Пустыня	150-75	1400	0,1	Пустынный

Водообеспеченность, рост и долговечность деревьев и кустарников в сухой степи и полупустыне зависит от многих показателей. Наиболее засухоустойчивыми являются саксаул черный, лох узколистный, тамарикс, терескен серый; относительно засухоустойчивые: вяз мелколистный, робиния псевдоакация, гледичия обыкновенная, ясень ланцетный, скумпия, акация желтая, смородина золотая.

На солонцах автоморфных и гидроморфных деревья и кустарники погибают вскоре после посадки. На солонцовых комплексах и каштановых засоленных почвах они суховершинят и погибают в 10-13-летнем возрасте. В массивных насаждениях они недолговечны. В широких государственных лесных полосах насаждения водообеспечены в краевых рядах и угнетены и поги-

бают в средних рядах.

П. Ф. Богун [78] в зоне светло-каштановых почв обосновал посадку двухрядных полезащитных лесных полос из вяза приземистого. Вероятно, введение в ряды низкорослых кустарников.

3. ВЕТРОЛОМНАЯ ФУНКЦИЯ ЗЛН В АЛЛ

Агролесомелиоративное влияние ЗЛН признавалось решающим в преобразовании климата, увлажнении воздушной среды, почвенного и растительного покровов ведущими отечественными учеными [36, 45, 57 и др.]. Идея создания степных водораздельных лесных насаждений была развита известным русским лесоводом Н. К. Генко [1]. Массивные полосы насаждений имели ширину 200-300 саженей, длину – до 25 км. Ассортимент пород состоял из вяза обыкновенного, береста, березы повислой, сосны обыкновенной, дуба черешчатого, ясеня обыкновенного, клена остролистного. Расстояние между рядами составило 1,4 м. За период 1886-1904 гг. создано свыше 15 тыс. га на территории Волгоградской, Саратовской, Самарской обл. и Ставропольского края. В настоящее время водораздельные лесополосы Н. К. Генко на значительной площади сохранились и представлены первым, вторым и даже третьим порослевыми насаждениями.

В 1956-1958 гг. были закончены работы по созданию гослесополос Камышин – Волгоград, Белгогрод – Дон, Воронеж – Ростов-на-Дону, в 60-х годах полосы: Волгоград – Элиста – Черкесск, Гора Вишневая – Каспийское море, в 70-х годах – Чапаевск – Владимировка и Саратов – Астрахань. Структура гослесополос была различной – от одиночных лент шириной 30-100 м до 3-4 лент шириной по 6 м с ленточными промежутками шириной 300 м.

Многовековой опыт широкополосного массивного лесоразведения позволяет отметить его положительные стороны, но и дать критическую оценку его агро- и гидромелиорации: 1) дальность влияния лент лесных массивов не имеет "планетарный" ха-

рактер, а ограничивается лишь "ветровой тенью" высоты насаждения; 2) ухудшение лесопригодности и гибель деревьев и кустарников в середине насаждений; 3) нерациональная трансформация сельскохозяйственных угодий в лесные; 4) уменьшение отложения снега на полях [88].

В настоящее время в АЛЛ создают взаимодействующую сеть ЗЛН. В основе аэролесомелиоративной защиты лежит принцип создания спокойного состояния воздуха на полях, формирование оптимального микроклимата, влажного воздуха в стеблестое культурных растений [5] ЗЛН, сокращая горизонтальную скорость и ослабляя турбулентность ветрового потока, оптимизируют транспирацию растений, уменьшают потери воды с поверхности почвы.

Важнейшие аэродинамические параметры ЗЛН – конструкция и ажурность. Понятие "конструкция" впервые введена Я. Д. Панфиловым[102]. Им были выделены три конструкции (непродуваемая, ажурная и продуваемая) и определены морфологические признаки: непродуваемые – это густые сверху до низа лесополосы; ажурные – лесополосы, имеющие однородные и равномерно распределенные по всему вертикальному профилю просветы; продуваемые – лесополосы крупными просветами в нижней части древостоя и густые вверху. Г. И. Матякин [90] относит к ажурным лесополосам содержащие сквозные мелкие просветы, а к продуваемым – содержащие крупные сквозные просветы.

В настоящее время принята классификация с учетом ветропроницаемости, непродуваемая (плотная) лесная полоса – без просветов по всему профилю (0-10), ажурная – с мелкими просветами по всему профилю (15-35), продуваемая – с крупными просветами между стволами (свыше 60) и практически без просветов в кронах (0-10 %) [60].

Исследованиями установлено, что под действием лесополос непродуваемой конструкции ветровой поток трансформируется в

наибольшей степени. Скорость ветра под такими полосами возрастает до 120-130 % и более, а на заветренной их опушке, наоборот, снижается до нуля [30]. С удалением от лесных полос она быстрее восстанавливается и на расстоянии 10-15 Н уже мало отличается от той, которая бывает на открытом пространстве.

При обтекании лесополос ажурной и продуваемой конструкций формируется более равномерное поле скоростей ветра. Над лесными полосами скорость ветра повышается в меньшей мере (до 110-120 %). С удалением от опушек скорость ветра сначала уменьшается, а затем, достигнув определенного минимума на расстоянии 1-7Н, постепенно начинает возрастать. Протяженность ветроломного влияния таких лесных полос составляет 15-63Н [30].

Механизм действия ветроломных полезащитных лесных полос на воздушный поток рассматривается целым рядом авторов [16, 20, 30, 90, 102 и др.]. Наиболее полно этот вопрос разработан Я. А. Смалько [129].

Основными показателями, характеризующими эффективность ветроослабляющего действия лесных полос, являются протяженность зоны снижения скорости ветра, т. е. дальность влияния, степень наибольшего снижения скорости ветра, суммарная ветрозащита. Принято считать, что уже 10 %-ное снижение скорости обеспечивает существенную увлажненность почвы, урожайность сельскохозяйственных культур (Ю. П. Бяллович, 1939). Некоторые зарубежные исследователи для повышения урожая зерновых культур считают достаточным уменьшение скорости ветра на 20 %, а для влаголюбивых культур еще больше [5].

Максимальное снижение скорости ветра за непродуваемыми полосами непосредственно на заветренной опушке. Ажурные полосы уменьшают скорость до 20-40 % от исходной, а продуваемые – 40-60 %.

Количественным показателем защитного действия лесных полос является средний процент снижения скорости ветра на рас-

стоянии до 30 Н, который часто называют суммарной ветрозащитой. По данным Я. А. Смалько [128] суммарная ветрозащита лесных полос (в облиственном состоянии) продуваемой конструкции составляет 45 %, ажурной – 42 % и непродуваемой – 36 %.

Кроме конструкции дальность и степень влияния лесной полосы зависит от угла подхода ветра, температурной стратификации приземного слоя атмосферы, исходной скорости ветра. При сильном ветре площадь просветов в полосе увеличивается, и она становится как бы более продуваемой, а при слабом – наоборот. Продуваемость лесных полос заметно уменьшается при уменьшении численности рядов в полосе [30]. Ветроломные продуваемые лесные полосы рекомендуются в Сибири, Поволжье, Центрально-Черноземной области, характеризующихся метелями и нередко активной дефляцией почвы, ажурные полосы – на северном Кавказе с теплыми зимами, плотные лесные, преимущественно из кустарников, при создании затишков на пастбищах, илофильтров в балках, задержании стока и смыва педомассы на склонах.

При средней высоте старовозрастных ветроломных полезащитных лесных полос в южнотаежно-лесной зоне 30 м, в лесостепной – 25 м, степной – 20 м, сухостепной – 15 м, полупустынной – 10 м ширине межполосного пространства между основными лесными полосами рекомендуется, соответственно, 500, 400, 350, 300, 150 м.

После сбрасывания листьев площадь просветов увеличивается. В связи с этим уменьшается дальность и степень их влияния на движение ветрового потока. В большей мере уменьшается ветрозащитное действие ажурных и продуваемых полос, в меньшей – непродуваемых (табл. 7).

Вблизи плотных полос в безлиственном состоянии довольно резко (до 35-50 % от исходной) снижается скорость ветра. Это приводит к образованию больших сугробов снега в полосе и на опушках. Ажурная и особенно продуваемая полосы снижают

скорость ветра в меньшей степени, но охватывают эффективным влиянием большее пространство. Поэтому в зимний период лесные полосы продуваемой конструкции обеспечивают более равномерное снегораспределение.

Таблица 7

Суммарная ветрозащита лесных полос разных конструкций в безлиственном состоянии, % [128]

Конструкция	Суммарная ветрозащита на расстоянии от полосы, Н						
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	0-30
Плотная	66	47	29	16	9	3	23
Ажурная	30	34	23	14	9	5	19
Продуваемая	20	36	30	21	13	5	21

Количество твердых осадков увеличивается с юга на север и составляет к годовой сумме осадков 20-30 %, иногда и более. Значительная часть снега может перемещаться ветром с открытых полей в понижения, балки, овраги и к различным препятствиям. По наблюдениям в Самарской обл. с открытых мест сдувается в течение зимы около 40 % выпавшего снега [63], в Саратовской – 30-70 % [103], в Волгоградской до 60 % [23]. Такие большие потери снега свидетельствуют о важности осуществления мер по его сохранению и накоплению.

Лесные полосы являются одним из наиболее мощных и долговременных средств задержания снега. В среднем на защищенных ими полях по сравнению с открытыми снега дополнительно накапливается 20-50 % и более [4, 41, 50, 62, 71, 90]. По наблюдениям в Воронежской и Саратовской обл., на территории, защищенной лесными полосами вынос снега за пределы участка незначителен – около 5 % [103]. Под действием ветра происходит перераспределение снега внутри межполосного пространства. Наибольшей толщины снежный покров достигает на опушках лесных полос или на некотором удалении от них.

4. МЕТОДИКА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АГРОЛЕСОЛАНДШАФТАХ

А. А. Молчанов [95] одним из первых указал на гидрологическую роль полезащитных лесных полос и разработал методику ее изучения. В основе гидрологических исследований он предложил изучение микроклимата на равнинном и пересеченном рельефах, и на покрытых и не покрытых лесом площадях. Микроклиматические условия рекомендовал исследовать во связи леса с полем, на прилегающих полях, в степи и на болотах одновременно на разных площадях при различном удалении от границы лес – поле. Учитывать типы насаждений, состав древостоя, возраст. Исследования микроклимата могу быть стационарными и экспедиционными. Их целесообразно проводить целый год, круглосуточно, в различных природных зонах. Излагаются основные требования при выборе места для метеорологической станции, оборудования, повторности определений.

Г. Н. Высоцкий [36] одним из первых проводил гидрологические работы. Фундаментальные работы А. А. Роде [113, 114] по водному режиму почвы, в т. ч. и на Джаныбекском стационаре [18], явились основой в изучении гидрологии АЛЛ. С. В. Зонн [52] изучал почвенную влагу под массивными насаждениями, Н. Ф. Кулик [79] – водный режим песков в аридной зоне. В. Е. Водорецкий [34] предложил дифференцированный водобалансовый метод определения влияния агролесомелиоративных мероприятий на стокосклоновый, грунтовый и суммарный сток рек, испарения почвы в равнинных районах ЕТС, Сибири и Казахстана, предложил общую схему расчета возможных изменений в годовом стоке и анализ по-

лученных результатов, указал на современные и ожидаемые изменения стока рек под влиянием агролесомелиоративных мероприятий на их водосборах.

В методике агролесомелиоративных исследований [91] приведены указания и по гидрологии АЛЛ.

Особенности гидрологических исследований в АЛЛ, прежде всего, в типичности местоположения: природная зона, подзона, агролесомелиоративный, геоморфологический, гидрологический районы, геология почвообразующих и подстилающих пород, типы, подтипы почв и, в частности, их гранулометрический состав (глина, суглинок, супесь, песок).

Система ЗЛН в АЛЛ должна быть взаимосвязанной, типичной по видовому составу деревьев, кустарников, их размещению, строению, конструкции, а также оснащению гидротехническими мероприятиями; устройством валов, канав, запруд и др. Желателен высокий уровень агротехники на лесозащищенных полях: севооборот, обработка почвы, внесение удобрений. Все это позволит лучше оценить гидрологическую роль ЗЛН.

До и после посадки ЗЛН в АЛЛ закладывают сеть наблюдательных гидрологических скважин, желательно, до водоупора горных пород, обычно на глубину 50-100 м. Скважины располагают на основных элементах рельефа: водораздел, склон, с учетом экспозиции (С, Ю, З, В), межводораздельное понижение, а также с учетом отложения снега: середина лесной полосы, середина заветренного (5Н), наветренного (3Н) шлейфов (где Н – высота лесной полосы). Контрольная скважина располагается в середине поля (25-50Н). Гидрологические условия различаются под ЗЛН, межполосными зонами на краях и середине системы лесных полос.

В АЛЛ изучают водный режим почвы под лесными полосами в слое 0-2-5 м и под сельскохозяйственными культурами в слое 0-1,5 м. В начале исследования определяют воднофизические константы: максимальная гигроскопическая влажность

(МГ), влажность завядания растений (ВЗ), наименьшая влагоемкость (НВ), полная влагоемкость (ПВ) [113]. Рассчитывают содержание в почве общей (%) и продуктивной (мм) влаги.

В теплый период года определяют выпадение жидких осадков, испарение влаги из почвы, в холодный период – высоту снега и запасы воды в снеге перед снеготаянием, сток талых и ливневых вод с поверхности почвы.

В гидрологических скважинах наблюдают уровень грунтовых вод (УГВ) ежемесячно, а в период стекания талых вод – через 10 суток.

В методике гидрологических исследований в АЛЛ актуальна проблема почвообразования в условиях формирования антропогенных ГВ. Так, мощность почвенного профиля измеряется глубиной преобразующего воздействия наземных климатических факторов, корневой системой растений и почвенной фауны.

Неглубокий горизонт ГВ (2-3-7 м) В. А. Ковда [68] предлагает рассматривать как генетический почвенный горизонт и включать ее в комплекс исследований. Основываясь на этом, предлагаем рассматривать и почвообразующие, и подстилаемые горные породы, пронизанные корневыми системами древесных растений, также генетическими горизонтами лесных почв.

Эволюция ландшафтов и лесных экосистем существенно изменяется с подтоплением территорий. Так, в зоне подтопления Воронежского водохранилища левобережных надпойменных террас при УГВ 0-50 см в составе древесных пород появились влаголюбивые виды (ивы, ольха и др.), при УГВ 50-100 см в хвойных насаждениях появились лиственные породы (Г. Однораловъ). В зоне подтопления произошло заболачивание и олуговение почв, что привело к увеличению в них запасов гумуса, $N_{общ}$, обменного К и подвижного Р.

Гидрология агролесоландшафта характеризуется водным балансом почвогрунта. В первом варианте формула водного баланса,

известная как уравнение А. Пенка, была предложена в 1896 г. Она являлась основой, на которой строились гидрологические расчеты водосборных бассейнов. Уравнение состояло из трех элементов (сток, осадки и испарение) и не затрагивало конкретные объемы почвогрунта. Дальнейшее развитие эта формула получила в работах Г. Н. Высоцкого [36]. Это уравнение характеризует водный баланс всего участка почвогрунтовой толщи с водоносным горизонтом и существующим фитоценозом. Оно представлено в виде:

$$\Delta B = (Ос_в + Ос_г + Ос_п + К + ГрП) - (Ос_у + И_ф + И_п + Тр + ГрО),$$

где ΔB – изменение суммарного запаса воды в почвогрунтах и водоносных горизонтах за период наблюдений на исследуемом участке; $Ос_в$ – выпадающие на участок вертикальные осадки и $Ос_г$ – горизонтальные осадки (гидрометеоры); $Ос_п$ – осадки, поступающие с прилегающих пространств вследствие поверхностного стока или перераспределения снега; $К$ – конденсация почвой и растительным покровом парообразной влаги из атмосферы; $ГрП$ – приток ГВ на участок; $Ос_у$ – осадки, удаленные с участка вследствие стока воды или перераспределения снега; $И_ф$ – испарение с поверхности растений; $И_п$ – испарение из почвы и мертвого покрова; $Тр$ – транспирационный расход растительного покрова; $ГрО$ – отток ГВ.

Иногда может наблюдаться также боковая миграция влаги, особенно на склоновых участках, в подвешенных горизонтах влажности или в виде капиллярно-подпертой влаги, которая в приведенном уравнении не учитывается.

Данное уравнение характеризует движение влаги в вертикальном и горизонтальном направлениях.

В том случае, если рассматривается баланс в толще почвогрунта выше УГВ, то в уравнение войдут только составляющие, характеризующие вертикальный перенос влаги. При этом вместо значений $ГрП$ и $ГрО$ вводится величина влагообмена через нижнюю границу рассматриваемой толщи почвогрунта.

Во многих случаях полное уравнение водного баланса не

используется из-за незначительности его отдельных элементов.

Физическая природа воздействия ЗЛН на гидротермический режим межполосного поля достаточно выяснена. В. М. Ивонин [56] изучил увлажнение водосборов с учетом их облесенности и эродированности.

5. ЗАДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СНЕГА В АГРОЛЕСОЛАНДШАФТЕ

Важнейшая ветрорегулирующая мелиоративная функция ЗЛН проявляется в переносе твердых осадков. Снижая скорость и турбулентность ветрового потока, система лесных полос противостоит метельным ветрам в холодный период года. Дальность влияния лесной полосы на ветер определяется ее высотой (Н), состоянием (облиственным и безлиственным), конструкцией (плотной, ажурной, продуваемой) и расположением относительно направления господствующих ветров. При перпендикулярном расположении основных ветроломных лесных полос к ветру она равна в среднем 25-30Н [1]. Суммарная ветрозащита лесных полос в безлиственном состоянии в зоне 0-5Н плотных полос равна 66 %, ажурных – 30, продуваемых – 20, а в зоне 0-30Н соответственно – 23, 19, 21 % [2, 512].

Изменение скорости и структуры ветрового потока в АЛЛ определяет передвижение и отложение гидрометеоров. Задержание и распределение твердых атмосферных осадков на поверхности почвы в АЛЛ является основной задачей снежной мелиорации. Дополнительное увлажнение при таянии снега повышает водообеспеченность почвы, сельскохозяйственных и древесных растений. Наибольшая высота снежных отложений на заветренной опушке плотных лесных полос, наименьшая на опушке плотных лесных полос, наименьшая на опушке продуваемых. Накопление высоких снежных отложений (сугробов) на приполосных участках межполосных полей отрицательно сказывается на сроках снеготаяния, поспевания почвы, посева ранних зерновых культур [52]. В связи с этим ветроломные лесные полосы проду-

ваемой конструкции рекомендуют в регионах с многоснежными метельными зимами (Западная Сибирь, Поволжье, ЦЧП), ажурной – на малоснежном Северном Кавказе. Более полное задержание и распределение снега на поверхности почвы АЛЛ достигается созданием кулис из высокостебельных растений (суданская трава, сорго, горчица и др.), а также сохранением промежуточных культур, послеуборочных остатков, стерни.

В. Я. Векшегонов [31] предложил посадку короткостебельных, стелящихся кустарников для регулирования отложения снега в лесных полосах сухостепной зоны.

На склоновых землях задержание снега и талых вод обеспечивается системой контурных стокорегулирующих противоэрозионных лесных полос, размещенных поперек склона, линии тока. Более эффективны здесь широкие многорядные лесные полосы. Вместе с тем на пахотных землях рациональнее уменьшение рядности полос за счет использования простейших гидротехнических сооружений: вала на нижней опушке и канавы в междурядье лесной полосы [12, 38, 132]. Вдоль гидрографической сетки балок и оврагов мелиоративные функции выполняют приовражные и прибалочные лесные полосы. В поглощении талых и ливневых вод положительную роль играет лесная подстилка.

В. Н. Дьяков [25] на Клетском опорном пункте ВНИАЛМИ в сухой степи в системе водорегулирующих лесных полос определил мощность снежного покрова в начале зимы на 25 %, а к началу снеготаяния на 50-70 % выше, чем на открытых полях.

В Центральной лесостепи в учхозе Курского СХИ наилучшее влияние на снегораспределение оказывали продуваемые лесные полосы. По сравнению с незащищенной территорией запасы снеговой воды увеличивалось на 48 %.

По данным Г. Н. Сурмача [132] на светло-каштановых почвах, В. И. Панова на обыкновенных черноземах, В. Н. Дьякова [25] на черноземах типичных, Е. А. Гаршинева [38] на серых лес-

ных почвах обвалование стокорегулирующих лесных полос значительно уменьшает сток талых вод и увеличивает водопоглощение. Максимальная высота снежного шлейфа и местонахождение этих точек у полос разных конструкций также неодинаковы.

Наибольшее количество снега накапливается в плотных лесных полосах или непосредственно на опушках. Высота снега здесь составляет в Среднем Поволжье 160-250 см, в Нижнем Поволжье – 100-150 см, а в многоснежные зимы достигает 250 см и более [26].

У ажурных лесных полос ширина снежного шельфа находится на заветренной опушке. Высота снега здесь достигает 120-180 см. Чем больше ажурность, тем больше протяженность и меньше максимальная высота снежного шлейфа за лесной полосой [12, 51 и др.].

Вершина снежного шлейфа у продуваемой лесной полосы отодвинута от заветренной опушки на расстояние 3-5Н. Здесь высота снежного покрова составляет 80-140 см. Важное значение в формировании снежного шлейфа за продуваемой лесной полосой имеет высота просвета в нижней ее части. Если она меньше 1 м, то просветы в многорядной полосе заполняются снегом и далее полоса работает как непродуваемая. Однако подрезки нижних ветвей рекомендуется проводить не более 1,5-2,0 м [2].

Мощность снежных шлейфов с наветренной стороны лесных полос примерно в 2 раза меньше, чем с заветренной.

Вслед за зоной шлейфа с заветренной стороны прослеживается "зона выдувания", где высота снежного покрова бывает меньше, чем на открытом поле. Наличие этой зоны на межполосных полях отмечалось еще Г. Н. Высоцким [36], а в последствие и другими авторами [41, 71, 90 и др.]. Протяженность зоны выдувания составляет 60-250 м (8-16Н). Она наиболее четко выражена и охватывает большую площадь за непродуваемыми полосами.

По обобщенным материалам исследований в Среднем Поволжье предлагается [51] расстояние между основными полосами

создавать суммарную протяженность с наветренной и заветренной сторон (15-20Н), где мощность снежного покрова будет больше, чем в открытом поле. Максимальная высота шлейфа уменьшается в 1,5-2 раза, а шлейфы становятся более пологими и длинными.

Количество твердых осадков отражается в основном на мощности снежных шлейфов и значительно меньше на их протяженности [16, 41, 70 и др.]. По данным снегомерных съемок 1965-1970 гг. в многоснежные зимы мощность шлейфа увеличивается по сравнению с малоснежными зимами в Среднем Поволжье в 2-3 раза, в Нижнем Поволжье в 4-5 раз, в Кулунде в 6-10 раз. Длина шлейфов изменяется лишь в пределах ± 20 м [512].

Основными показателями, характеризующими влияние лесных полос на снегоотложение, являются протяженность снежного шлейфа, определяющая зону распространения зимнего влияния лесных полос, максимальная и минимальная толщина снежного шлейфа, как свидетельство равномерности снегоотложения, средняя толщина шлейфа и его плотность (для определения запаса снеговой воды).

Количественно эти показатели предопределяются условиями изменения ветрового режима под воздействием лесных полос, а именно: высотой, конструкцией, ажурностью полосы, углом подхода ветра. Кроме того, большое значение имеет величина снегосборной площади, количество твердых осадков, интенсивность, повторяемость и направление метелей к лесной полосе, шероховатость подстилающей поверхности межполосного поля.

Общая длина шлейфов в обе стороны от полосы колеблется в довольно широких пределах – от 10 до 22Н (табл. 8). У непродуваемых лесных полос шлейфы наиболее короткие, а у ажурных занимают промежуточное положение. Разница в протяженности шлейфов у лесных полос разных конструкций выражена главным образом на заветренной стороне.

А. К. Дюнин [41] считает, что зона аккумулятивного дей-

ствия снегораспределяющих преград распространяется до точек, где скорость ветра на высоте 1м достигает 80 % от исходной. Граница 20 %-ного снижения скорости ветров практически совпадает с окончанием зоны шлейфов. Протяженность снежных шлейфов несколько больше в восточных районах страны в связи с увеличением интенсивности и повторяемости метелей.

Таблица 8

Влияние конструкций лесных полос на протяженность снежного шлейфа

Конструкция	Протяженность снежного шлейфа					
	наветренная сторона		заветренная сторона		всего	
	м	Н	м	Н	м	Н
Плотная	40-70	4-7	40-100	5-7	80-200	10-14
Ажурная	50-80	5-7	50-160	7-11	100-240	12-16
Продуваемая	30-60	4-5	75-200	11-18	110-250	14-22

В АЛЛ речных долин Среднерусской лесостепи на высоком плато водораздельных полей заполнение снегом межполосных пространств происходило более мощным (на 30 %) слоем по сравнению с межполосными полями на низком плато, что необходимо учитывать при проведении более эффективного лесомелиорированного обустройства АЛЛ [116].

Практический и теоретический интерес представляют материалы по снегоотложению, запасам снеговой воды в АЛЛ. В ОПХ Новосильской ЗАГЛОС высота снежного покрова в системе лесных полос в среднем в 1950-1960 гг. была равна 47 см, а на территории без полос – 36 см, соответственно запас снеговой воды 153 и 117 мм [470]. В среднем за 5 лет количество снега, сохраненного на защищенных водосборах, составило 30,3 %. При этом на защищенной территории и на территории без полос на освещенных склонах снега откладывалось меньше, а на заветренных больше средней величины на водосборе. Установленный А. С. Козменко [53] характер снегоотложения по экспозициям склонов при наличии ЗЛН сохранился, но разница по экспозициям склонов значительно

уменьшилась, особенно в годы с продолжительными метелями. Таким образом, наличие лесных полос позволяет сохранить выпадающие осадки с небольшим их перераспределением в пределах защищенных полей или внутри защищенных клеток, что в свою очередь создает потенциальные возможности дополнительного увлажнения в период весеннего снеготаяния.

По данным А. Н. Петелько [104] в 1996-2009 гг. высота снега была наибольшей под защитой лесных полос и в плотной лесной полосе (табл. 9).

Таблица 9

Влияние стокорегулирующих полос разной конструкции на характер снегоотложения (1996-2009 гг.)

Конструкция лесополосы	Высота снега, см		
	в лесной полосе	под защитой полос	в середине поля
Продуваемая	17	29	30
Плотная	24	30	30
Комбинированная*	21	26	29

Примечание. *Посадка низкорослых кустарников в продуваемой полосе.*

За 13 лет наблюдений (1996-2009 гг.) в многофакторном типе [104] обнаружено, что отложение снега было наименьшим в продуваемой лесополосе, наибольшим в плотной. Промерзание почвы перед весенним снеготаянием было слабее, за исключением 2003 г., когда почва промерзла до 70 см и сток был равен 17 мм. Водопоглощение на агрофонах с лесной полосой плотной конструкции наибольшее (91,3 мм), комбинированной – 85,2 мм и продуваемой – 80,8 мм.

Существенное влияние на снегоотложение в межполосном пространстве оказывает шероховатость поверхности поля. На Тимашевском опорном пункте [44] при увеличении шероховатости межполосного поля (кулисами, стерней, хворостом) максимальная высота снежных отложений у лесных полос продуваемой конструкции уменьшилась на 25-40 м, а протяженность шлейфа увеличилась на 2-3Н, сокращается или исчезает полностью зона выдувания.

В результате ветровой деятельности снегоотложения различны по экспозициям склонов [34 и др.]. В центральной лесостепи, если высоту снежного покрова на водоразделах принять за единицу, то в результате перераспределения снега метелями на восточных, юго-восточных и южных ветроударных склонах остается только половина, на северных и западных в 1,5 раза, на юго-западных в 1,2 раза и только на северо-восточных склонах она остается такой же, как и на водоразделе. Косвенные указания о меньших отложениях снега на инсолируемых склонах приводит Н. М. Горшенин для Куйбышевского Заволжья.

6. ПРОМЕРЗАНИЕ И ОТТАИВАНИЕ ПОЧВЫ В АГРОЛЕСОЛАНДШАФТЕ

В АЛЛ на склоновых землях ЗЛН являются неотъемлемым элементом гидромелиорации и противоэрозионнй защиты. Систему ЗЛН образуют следующие виды посадок: 1) водорегулирующие, 2) присетевые (прибалочные и приовражные, по крутым берегам лощин, суходолов, долин, откосам оврагов), 3) илофильтровые (по днищам балок и оврагов). Лесные полосы размещаются поперек склонов. Их мелиоративное влияние усиливается гидротехническими сооружениями: валами, канавами, образующими противоэрозинные инженерно-биологические системы (ПИБС) водосбора [56]. Основная цель ПИБС – противоэрозионная стойкость агроландшафтов – достигается путем разделения склонов на изолированные участки с допустимыми почвенными потерями при помощи гидротехнических сооружений и лесных полос. Предложены формулы для расчета расстояний между ними с учетом ширины ЗЛН, обеспечивающую поглощение стока [1, 2 и др.].

По данным А. И. Петелько [104] на Новосильской ЗАГЛОС на влажность почвы перед снеготаянием и глубину промерзания почвы лесополосы оказывали небольшое влияние, так как из-за сложившихся гидрометеорологических условий во все годы почва была талая. Только в 1997 и 2003 гг. она промерзала до 52-67 см. Причем в 1997 г. лесные полосы способствовали уменьшению глубины промерзания с 52 до 15 см, а в 2003 г. почва замерзла до выпадения снега, и различий в глубине промерзания почти не было. Она колебалась на уровне 48-67 см. На водопоглощение лесополосы оказывали влияние через изменение характера снегоотложения.

Инфильтрация, поверхностный сток талых вод зависят от промерзания почвы. Промерзание почвы на любой территории определяется прежде всего температурным режимом зимы: чем суровее зима, тем больше глубина промерзания почвы и, наоборот, чем мягче зима, тем меньше глубина промерзания. Наряду с температурными условиями на глубину промерзания почвы существенное влияние оказывает время установления снежного покрова и его мощность, экспозиция склона, ветровой режим, влажность и плотность поверхностного слоя почвы, агрофон, а также наличие ЗЛН.

Если установлению снежного покрова предшествуют длительные морозы и почва промерзает до выпадения снега, то в такие зимы бывает глубокое промерзание почвы и, наоборот, раннее установление снежного покрова и его большая мощность уменьшают глубину промерзания почвы.

На теневых экспозициях склонов почва промерзает больше, а на освещенных – меньше. В зимы с усиленными ветрами глубина промерзания увеличивается. Всякое рыхление почвы, в частности, глубокая вспашка и оставление высокой стерни уменьшают глубину промерзания почвы.

Процессы промерзания и оттаивания почвы в значительной степени определяют условия впитывания талых вод. Снежный покров, как теплоизолирующий слой, оказывает большое влияние на температуру почвы и глубину ее промерзания. При увеличении мощности снежного покрова на 20 см и более верхний слой почвы охлаждается на 4-5 °С меньше [5].

Ход промерзания и оттаивания почвы в лесных полосах и на прилегающих к ним полях в Поволжье и других районах достаточно полно освещен во многих работах [4, 20, 42, 44, 62, 65, 103, 132]. Установлено, что глубина промерзания почвы, как правило, находится в прямой зависимости от высоты снежного покрова. Количественно такая зависимость представлена в табл. 10 по ре-

зультатам наблюдений на Тимашевском опорном пункте. Имеется прямая связь высоты снежного покрова и глубины промерзания, отмеченная многими авторами. Однако в некоторые годы, когда почва очень хорошо увлажнена и сильные морозы наступают задолго до образования устойчивого снежного покрова, она промерзает глубоко [102, 146].

Таблица 10

Зависимость глубины промерзания почвы перед началом снеготаяния от высоты снежного покрова [50, 51]

Конструкция лесной полосы	Показатель, см	Лесная полоса	Расстояние от лесной полосы, Н				
			2	5	10	15	25
Непродуваемая	Высота снежного покрова	221	163	50	33	22	23
	Глубина промерзания	14	20	30	50	60	60
Продуваемая	Высота снежного покрова	109	155	117	34	27	30
	Глубина промерзания	20	20	18	52	55	55

Ход размерзания почвы весной авторами трактуется поразному. Н. А. Качинский [66] различает основные типы размерзания почвы: а) снежный покров мощный, почва промерзает неглубоко, размерзание идет снизу, почва оттаивает раньше, чем сойдет снег; б) снег сходит рано, размерзание идет как снизу, так и сверху. Для степных районов, особенно для Заволжья, типичным является второй тип размерзания [97, 102]. Другие авторы [44, 62, 64 и др.] отмечают, что размерзание идет снизу и сверху одновременно с таянием снега и заканчивается до полного схода снега.

По данным В. А. Каргова [62] на Новосильской ЗАГЛОС в 1958-1960 гг. наибольшая глубина промерзания наблюдалась в полезащитных лесных полосах продуваемой конструкции. В пределах снежного шлейфа лесных полос глубина промерзания почвы составила 30-65 % по сравнению с открытым полем. При этом большая глубина промерзания наблюдалась под защитой полезащитных лесных полос продуваемой конструкции, имевших меньшую мощность снежных шлейфов. Вне пределов снежных шлейфов наименьшая глубина промерзания отмечалась на южных склонах и

наибольшая – на северных и восточных. Следует также особо подчеркнуть, что глубина промерзания почвы под защитой лесных полос даже вне распределения снежных шлейфов нигде не превышала величину промерзания на открытых полях.

Таким образом, лесные полосы, не достигшие еще проектной высоты, своим утепляющим влиянием перекрывают все межполосные пространства.

ЗЛН выполняют и важную снегоохранную функцию от возгонки твердых осадков, от их непродуктивного использования. Наглядно это подтверждается исследованиями в Каменной Степи.

В Каменной Степи лесные полосы препятствуют метелевому переносу снега (около 44 % поднятого ветром снега испаряется, минуя жидкую фазу). Количественная оценка метелевой возгонки снега для территории ЦЧО по А. К. Дюнину [48] показывает, что лесной оазис Каменной Степи сохраняет 20-30 мм снега в зиму с малым числом метелей (15 дней с продолжительностью 120 часов), 50-80 мм – в среднюю по количеству метелей зиму (40 дней, 320 часов), 80-90 мм – в зиму с большим количеством метелевых дней (55 дней, 380 часов). Исследования показывают, что лесные полосы являются активным регулятором стока. Снег, накапливаемый на полях, препятствует глубокому промерзанию и зимнему иссушению почв.

7. СТОК ТАЛЫХ ВОД В АГРОЛЕСОЛАНДШАФТЕ

Неодинаковая толщина снежного покрова на межполосном поле обусловливает и неодновременный сход его на разных расстояниях от лесных полос. В первую очередь освобождаются от снега зона выдувания и пространство между шлейфами, затем с заветренной стороны, а также в самой полосе.

Разница в сроках схода снега в средней части межполосного пространства и на заветренных опушках непродуваемых лесных полос может составлять 10-20, продуваемых 3-10 дней [20, 44, 51, 62, 120]. Разрыв в сроках схода снега более 5-6 дней предопределяет неодновременное наступление физической спелости почвы. Предпосевную обработку ее, чаще всего боронование, а иногда и посев ранних культур приходится проводить в два срока – сначала в средней части межполосного поля, а затем в приопушечных зонах. Это приводит к дополнительным организационным трудностям, растягиванию сроков выполнения весенних полевых работ, как правило, на полях с непродуваемыми лесными полосами.

Исследованиями многих ученых [15, 69, 137 и др.] доказано, что лес и многорядные противоэрозионные лесные полосы на склонах и берегах гидрографической сети обеспечивают интенсивное впитывание талых вод и снижают сток почти на порядок. В малорядных же полезащитных полосах водопоглощение выражено слабее [23].

У лесных полос в местах скопления сугробов снега высотой более 100-120 см сток происходит почти ежегодно, тогда как за пределами шлейфов на зяби он бывает один раз в 3-4 года [23, 48, 103, 120].

В АЛЛ Новосильской ЗАГЛОС только часть талой воды пополняет водные запасы сельскохозяйственных угодий. ЗЛН обладает более высокой способностью весеннего усвоения талых вод. Широкие и густые полосы задерживают много снега, тогда как узкие и продуваемые – мало, водорегулируюшие, прибалочные насаждения воспринимают на себя подток талых вод [62]. На примере 1960 г. промачивание почвы под всеми ЗЛН было глубоким, даже под узкими водорегулирующими полосами промачивание было более 2 м. Водоусвоение составило 230-406 мм. Влажность 3-метрового слоя под прибалочными и приовражными была в пределах наименьшей полевой влагоемкости. Наибольшее водоусвоение оказалось в прибалочных и приовражных полосах, а наименьшее – в узких снегораспределительных полосах. Прибалочные широкие полосы по берегам балок в среднем за 5 лет поглощали 271-290 мм, а в 1960 г. – 323-406 мм. Узкие прибалочные лесные полосы шириной 30м, соответственно 205 и 145 мм. Автор полагает, что наличие под водорегулирующими лесными полосами водоупора сдерживает отток излишне поглощенной воды в ГВ.

Ветроломные полезащитные полосы ежегодно иссушают почвогрунт сильнее и равномернее, чем водорегулирующие или широкие прибалочные лесные полосы. Поэтому при проведении рубок ухода избегать сильного изреживания лесных полос внизу.

Уменьшение стока талых и ливневых вод, эрозии почвы достигается контурным размещением лесных полос, террасированием склонов, созданием валов и канав, обработкой почвы поперек линии стока воды. Противоэрозионные покрытия и сетки типа аквасоль, геотекстиля "Ретекс", гидросидинга эффективно задерживают сток на склонах (Hrib Mirioslav, 1995). Лесная подстилка, препятствующая промерзанию почвы, также регулирует и улучшает водный режим почвы. Исследованиями во ВНИАЛМИ и других научных учреждениях, выполненных в 1936-1995 гг., установлено, что система контурных лесных полос, особенно в

сочетании с гидротехническими приемами усиления водопоглощения (валы, канавы и др.), способна зарегулировать 30-50 % (до 80-100 мм) талого стока в дополнение к 10-15 мм за счет применения агротехнических приемов [133].

Для поглощения стока талых и ливневых вод на межполосных полях разработана мелиоративная технология возделывания сельскохозяйственных культур, включающая организацию севооборота, полосное размещение культур, подбор способа и глубины основной обработки почвы и многие другие приемы [2, 6].

8. ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОЧВЫ В АГРОЛЕСОЛАНДШАФТЕ ПОСЛЕ СНЕГОТАЯНИЯ

Улучшение условий водного питания сельскохозяйственных растений – одна из важнейших задач полезащитного лесоразведения в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения. Увлажнение почвы происходит весной за счет усвоения воды снежных отложений, а в теплый период за счет сокращения испаряемости [4, 14, 26, 27, 140].

Протяженность зоны с повышенными запасами влаги весной в почве, как правило, совпадает с протяженностью снежных шлейфов, но на склонах может быть и больше за счет впитывания растекающейся талой воды, подпора и внутрипочвенного стока.

На основании обобщения экспериментальных данных В. А. Карговым [62] определена средняя величина дополнительного увлажнения почвы под защитой лесных полос (табл. 11).

Таблица 11

Увлажнение почвы на прилегающих к лесным полосам полях по природным зонам и регионам страны

Природная зона	Тип почвы	Дополнительное увлажнение, мм
Лесостепь: ЕТР	Серая лесная	28
Западная Сибирь	Выщелоченный чернозем	27
Степь: ЦЧП	Чернозем: обыкновенный	47
Заволжье	обыкновенный и южный	36-37
Степь сухая: Зап. Казахстан Ставрополье	Темно-каштановая	20-22

Различия в дополнительном увлажнении на межполосных полях в Каменной Степи составили 78 мм (И. К. Винокурова, 1968), на Ставропольской сельскохозяйственной станции 47 мм,

на Тимашевском опорном пункте 59 мм [50, 51]. Они усиливаются в годы с сухой осенью и многоснежной зимой и уменьшаются после влажной осени и малоснежной зимы.

На разном удалении от лесных полос величина весенней влагозарядки почвы и глубина промачивания варьируют в довольно больших пределах, что связано с неравномерностью снегоотложения. Так, обыкновенный чернозем в непродуваемых лесных полосах весной промачивается ежегодно на 4 м, в 25 м от них – на 3-4 м; в продуваемых в основном на 2-3 м, редко на 1 и 4 м, на расстоянии 25 м также – на 2-3 м. В средней части межполосного пространства в 3 года из 10 глубина промачивания не превышает 0,7-1,0 м, в остальные годы 1,5 м. На светло-каштановой почве в непродуваемой лесной полосе промачивание изменяется от 1,5 до 4,0 м, на межполосном поле не превышает 0,75-1,00 м [43, 140].

Для земледелия наибольший интерес представляет содержание влаги в слое 0-150 см, за счет которого в основном формируется урожай сельскохозяйственных культур.

Увеличение мощности снежного покрова сверх необходимого не может повысить запасы влаги, удерживаемые корнеобитаемым слоем, избыток ее идет на увлажнение нижележащих слоев, не участвующих в активном влагообороте. Важно знать, какая высота снежного покрова будет достаточной для насыщения слоя 0-150 см до наименьшей полевой влагоемкости. Необходимая высота снежного покрова для чернозема суглинистого, даже при сухой осени, составляет около 70 см [51].

В местах наибольшего скопления снега около лесных полос продуктивное использование снеговой воды в слое почвы 0-100-150 см снижается в 2-3 раза по сравнению со средней частью межполосного поля, где снежный покров имеет меньшую высоту (табл. 12). Эти данные еще раз убеждают в нецелесообразности накопления на полях чрезмерно большого количества снега лесными полосами непродуваемой конструкции.

Таблица 12

Использование запасов снеговой воды для влагозарядки почвы в слое 0-100-150 см

Место наблюдений	Использование влагозапасов, %	
	места наибольшей высоты снежного покрова	между шлейфами в средней части межполосного поля
Оренбургская обл. [97]	23	45
Самарская обл. [50]	27	92
Кемеровская обл.	46	80

В период весеннего сева наблюдаются большие различия по влагообеспеченности корнеобитаемого слоя на разном удалении от лесных полос (табл. 13). В зоне отложения снежного шлейфа с заветренной стороны лесных полос запасы влаги наиболее высокие. На черноземах Заволжья почва почти ежегодно насыщается до НВ, а в некоторые годы в подпахотных горизонтах еще имеется и гравитационная вода. Светло-каштановая почва насыщается влагой меньше – около 80 % НВ. В Кулунде показатель влагообеспеченности каштановой почвы (85 % от НВ) также ниже, чем на черноземах, хотя снега в шлейфах накапливается не меньше. Здесь это связано с большим расходом влаги из почвы на испарение за предпосевной период, который там длится более месяца (оптимальный срок сева ранних яровых 20 мая). В межшлейфовом пространстве уровень влажности почвы в этот период на черноземах составляет около 80 %, каштановых почвах около 70 % от НВ, что примерно соответствует влажности на открытых полях [27].

Таблица 13

Сравнительная водообеспеченность почв вблизи лесных полос в период весеннего сева в 1966-1973 гг. [51]

Почва	НВ, мм	Запас влаги в почве в слое 0-150 см в снежных шлейфах по сторонам, мм	
		заветренная	наветренная
Выщелоченный чернозем	480	505	434
Обыкновенный чернозем	480	470	450
Светло-каштановая	442	371	317
Каштановая (слой 0-100 см)	170	150	139

Запасы влаги в зоне выдувания весной могут быть меньше: на черноземах на 15-30 мм, на светло-каштановой почве на 10-40 мм. В сравнении с межшлейфовой частью поля, где высота снежного покрова мало отличается от открытого поля, дополнительное накопление влаги в слое 0-150 см в зоне шлейфов на выщелоченном черноземе с заветренной стороны составляет 130 мм, с наветренной 60 мм; на обыкновенном черноземе 70 и 50 мм; на светло-каштановой 60 и 15 мм. В Кулунде в слое 0-100 см к периоду сева дополнительно содержится влаги с заветренной стороны 30 мм, с наветренной 20 мм. Непродуваемые лесные полосы охватывают своим влиянием меньшее расстояние (5-8Н), продуваемые более (10-14Н). Меньшее содержание влаги в зоне выдувания по сравнению с более удаленными от опушек участками поля чаще наблюдается у плотных полос и редко – у продуваемых [42, 44, 50]. В зоне отложения снежных шлейфов избыток влаги после насыщения почвы проникает в грунт и при неглубоком залегании ГВ вызывает подъем их верхнего уровня.

Лесные полосы оказывают существенное влияние на расходование почвенной влаги после весенней влагозарядки. Уменьшая испаряемость, они тем самым сокращают расход почвенной влаги на непроизводительное испарение, в то же время, обеспечивая лучший рост сельхозрастений, способствуют большему потреблению влаги на транспирацию и формирование урожая.

Установлено, что на паровых полях, не занятых посевами, до конца лета почва под защитой лесных полос остается более влажной, чем на открытом поле. Под сельскохозяйственными культурами разница во влажности почвы на разном удалении от лесных полос в течение вегетационного периода сокращается, к уборке она может выровняться или даже оказаться более низкой там, где весной была самой высокой [44, 60, 63].

За 10 лет остаток продуктивной влаги в слое 0-100 см в конце вегетации зерновых культур на обыкновенном черноземе составляет в зоне расположения снежного шлейфа в среднем 30 мм

(с колебаниями по годам от 0 до 70 мм), за пределами снежных шлейфов 17 мм (0-50 мм). На каштановой почве Кулунды за 8-летний период (1966-1973 гг.) остаток составил соответственно 25 мм (0-60 мм) и 8 мм (0-40 мм). На светло-каштановой почве продуктивная влага, за редким исключением, используется полностью вблизи и вдали от лесных полос (табл. 14).

Таблица 14

Сравнительный расход влаги в почвах на межполосных полях за вегетационный период 1966-1973 гг.

(числитель – средний, знаменатель – минимальный и максимальный)

Почва, культура	Продуктивная влага, мм	Расход влаги в почве в слое 0-150 см, мм			
		снежные шлейфы по сторонам		между шлейфами в зоне	
		заветренная	наветренная	выдувания	с обычной высотой снежного покрова
Чернозем выщелоченный, сахарная свекла	250	275 262-283	200 167-223	170 166-180	165 152-170
Чернозем обыкновенный, яровая пшеница	223	150 102-214	150 52-224	125 28-215	110 21-193
Светло-каштановая, ячмень	217	160 42-240	155 62-225	135 40-225	125 43-157
Каштановая (слой 0-100 см), яровая пшеница	100	55 5-110	55 8-107	37 4-79	40 20-64

Большие остатки продуктивной влаги, с одной стороны, указывают на хорошее водообеспечение растений, а с другой – на недостаточно полное использование ее на формирование урожая, что может иметь место, например, при неполном удовлетворении потребности сельхозкультур в минеральном питании или других факторах жизни. Так, неиспользованные остатки продуктивной влаги на черноземах в некоторые годы достигает 70 мм. Поэтому прежде всего в местах отложения снежных шлейфов необходимо предусматривать меры, обеспечивающие более полное продуктивное использование сельхозкультурами запасов продуктивной влаги.

9. РЕЖИМ И БАЛАНС ВОДЫ В ПОЧВЕ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТА

Во второй половине XX в. организованы гидрологические исследования на обыкновенном черноземе под лесонасаждениями на Украине.

А. А. Бычихин, П. В. Отоцкий, Г. Н. Высоцкий [36] проводили исследования под посадками де Карриера в Кировоградской обл., в Богдановском совхозе Одесской обл., С. Т. Мусиенко, М. Х. Галюк – в Оникиевском лесничестве.

А. С. Скородумов [127] проводил исследования в АЛЛ "Белогорка" на Владимирской станции на южных черноземах под 11-летними дубово-липовыми полезащитными полосами второго поколения плотной конструкции в 1948-1953 гг. Накопление воды в слое почвогрунта 0-450 см в открытом поле равно 236 мм, в межполосном поле 204 мм, в лесной полосе 183 мм, на опушке 234 мм. В паровом поле сохраняется и накапливается влага, многолетние травы значительно иссушают почву к осени.

В. А. Калужский, В. Н. Жигалов [61] изучили элементы водного баланса чернозема южного в Саратовском Правобережье в холодный период в 1985-1990 гг.

Изучены метеорологические условия при проведении исследований в Деркульской степи в Луганской обл. [96]. Отмечено скопление снега в узких полосах и на опушках. Среди широких лесных полос снег отлагается более равномерно, чем в узких, поэтому в межполосных пространствах больше снега при широких полосах. При юго-восточных ветрах у восточной опушки и в лесополосах снега отлагается больше, чем у западной опушки.

Впитывание влаги в почву глубже 5 м бывает лишь в зимы богатые снегом. При снеготаянии глубже 5 м проходят 150-215 мм воды. Под пологом массивных насаждений осадки проникают на глубину 150 см, а на выгоне и залежи – не глубже 100 см.

Режим влаги в почве АЛЛ ОПХ Новосильской ЗАГЛОС изучали главным образом весной и осенью в связи с поглощением поверхностного стока [2, 13, 38, 47, 104, 105]. Повышенное увлажнение почвы осенью могло увеличивать вероятность стока и слабого впитывания талых вод, пополнения ГВ внутрипочвенного и речного стока. Рассчитано водопоглощение в зоне снежного шлейфа и сокращение слоя полевого стока в зависимости от ширины шлейфовой зоны, параметры минимального слоя стока на полевом склоне [152]. Определена эффективность противоэрозионных агротехнических приемов на уменьшение стока и смыва.

Исследования в АЛЛ Каменная Степь, свидетельствует о хорошей обводненности территории, обеспечивающей высокую продуктивность сельскохозяйственных культур, вполне удовлетворительный рост ЗЛН, долговечность, экологическое, социальное и экономическое функционирование водохранилища.

В. В. Рахманов [113] приводит данные Каменно-Степной гидрологической станции за 1954-1955 гг. по изучению влажности до глубины 5 м под лесной полосой и в защищенном ею поле, показывающие увеличение зимой и весной влажности грунта, особенно под полосой.

Г. Ф. Басов [14-16] в Каменной Степи наблюдал накопленные запасы воды в снеге в открытом поле 46-52 мм, на межполосном поле 64-80 мм. Там же Д. П. Бурнацкий, М. И. Сучалкина [24] нашли, что в наиболее сухой осенний период 1947 г. влажность почвы снижалась на 2,5-5,6 % ниже порога влажности завядания, но весной влажность почвы была выше, чем в открытом поле. А. А. Лазарев там же в 1950-1951 гг. нашел, что влажность почвы в слое 0-40 см на межполосном поле была выше, чем в открытом.

Д. П. Бурнацкий [24] наблюдал, что в Каменной Степи запасы воды в слое 0-200 см на межполосном поле в 1948-1953 гг. были на 70-80 мм и даже на 120 мм больше, чем на открытом пространстве. Расход воды на суммарное испарение соответственно был 217 мм и 173 мм.

В. И. Важов [28] определял запасы влаги в слое 0-100 см под лесной полосой в Михайловском р-не Воронежской обл. Расход влаги под ажурной полосой оказался большим, чем под плотной, в связи с большим развитием травянистой растительности.

В. А. Бодров [20] на Росташевском участке Саратовской обл. на обыкновенных черноземах в 1936 г. определил влажность почвогрунтов до глубины 150 см, на межполосном поле у березовой продуваемой 17-метровой лесной полосы. Наибольшее увлажнение почвы наблюдалось в 50 м от полосы, где весенний запас влаги был на 167 мм больше, чем в середине поля (500 м) и на 4 % больше в период уборки.

На обыкновенных черноземах, переходных к южному, на Гусельском участке около Саратова Н. С. Соколова [129] изучала влияние 7-летних лесных полос на влажность почвы. Наибольшая влажность была около лесных полос, а осенью большее иссушение почвы в связи с высоким урожаем.

П. Н. Проездов, Д. А. Маштаков [110, 109] на черноземах южных и обыкновенных щебенистых эродированных в АЛЛ на Приволжской возвышенности с. Вязовка Саратовской обл. при использовании гидротехнических и агротехнических мероприятий в травопольных севооборотах в 1964-2004 гг. улучшили элементы водного баланса (увеличение запасов воды на стоковых площадках в среднем на 22 %, уменьшение стока под культурами на 21-39 %, а в севооборотах на 26-49 %, произошло нивелирование гидрологических величин в многоводные весны в дни резких по обеспеченности ливневых паводков).

С. Б. Мостинская [97] в Оренбургской степи в 1950-1952 гг.

установила, что устойчивое влияние лесных полос на влажность в метровом слое распространяется на 20-кратном высоту полос.

Л. П. Яцыно [147] в совхозе "Гигант" Сальского р-на Ростовской обл. на предкавказских черноземах установил, что в умеренно засушливые годы лесные полосы, особенно продуваемой конструкции, существенно улучшили водный режим почвы. Баланс влаги был отрицательным, т. е. за вегетационный период расходовалось воды больше, чем накопилось за холодный и теплый периоды. В условиях влажного года влажность была выровненной и баланс ее положительный.

В АЛЛ Тимашевского опорного пункта ВНИАЛМИ режим и баланс влаги в обыкновенном глинистом черноземе определяли под ЗЛН и на межполосных полях. Изучили сезонный запас влаги в почвогрунте полезащитных лесных полос сложного состава плотной конструкции посадки 1905 г. (табл. 15). Среднее содер-

Таблица 15

Сезонный запас влаги в почвогрунте АЛЛ Тимашевского опорного пункта в 1947-1954 гг. [98]

Место определения	Сезон года	Запас влаги в слое 0-300 см, мм
Лесополоса № 7	Весна	1145
	Лето	810
	Осень	795
В 25 м от лесополосы № 7	Весна	1025
	Лето	880
	Осень	825
Середина поля № 5	Весна	880
	Лето	735
	Осень	770
Лесополоса № 12	Весна	1090
	Лето	800
	Осень	785
В 25 м от лесополосы № 12	Весна	955
	Лето	870
	Осень	880
Середина поля № 9	Весна	990
	Лето	835
	Осень	815

жание общей влаги в слое 0-300 см под лесными полосами весной было большим (117 мм), понижалось летом (805 мм) и осенью (790 мм). В 25 м от лесных полос отмечалось подобное (1980, 1750, 1705 мм). В середине полей запасы влаги были заметно меньшими (1800, 1570, 1585 мм). В последующие годы XX в. наблюдения не проводились.

Под 60-летней лесной полосой № 7 общий запас влаги в среднем за 7 лет был равен 1145 мм, что соответствовало величине наименьшей влагоемкости и было на 20 мм и 205 мм больше по сравнению с запасами влаги соответственно вблизи лесной полосы и в середине поля.

Весенние запасы влаги в почве в слое 0-150 см на межполосных полях на Тимашевском опорном пункте в 1970-1979 гг. были равны 516 мм и в открытом поле 434 мм, что на 82 мм или 19 % больше [29].

В 1947-1949 гг., когда молодые лесные полосы еще не играли мелиоративной роли, а старые были непродуваемые, снег с большого межполосного поля собирался в лесных полосах и возле них. Перед снеготаянием высота снега в непродуваемых полосах была равна в среднем 160 см, в наветренном шлейфе 53-90 см и заветренном 90-180 см.

В 1949-1951 гг. молодые лесные полосы действовали как высокостебельные кулисы. В них высота снега была в среднем равна 63-86 см. В наветренных шлейфах 49-58 см, в заветренных – 40-83 см, в середине межполосного поля – 27-39 см. В последующие 1952-1953 гг. высота полос увеличилась и в среднем равна 104 см. В наветренных шлейфах высота была равна 38, в заветренных – 65 см. Шлейфы покрывали около половины межполосных полей. В 1954-1955 гг. лесные полосы превратились в густые заросли. Высота снега в них была равна 95 см, в наветренных шлейфах 30 см, в заветренных – 62 см, в середине поля уменьшилась до 13 см. В 1955-1959 гг. средняя высота снега в

лесных полосах равна 154 см, на наветренных шлейфах – 74 см, на заветренных – 139 см, в середине поля – 36 см.

В 1960-1964 гг. высота снега в лесных полосах равна 91 см, на наветренных шлейфах – 71 см, на заветренных – 91 см, в середине поля – 39 см, в последующие 1968-1973 гг. – соответственно, 52, 55, 64, 47 см.

Исследования в АЛЛ были продолжены в 1974-2008 гг. [29, 72, 76]. Установлено, что средняя высота снега на лесомелиорированной территории больше на 30 см, чем на открытом поле, а запас воды в снеге на 71 мм (табл. 16).

Таблица 16

Высота снежного покрова Н (см), запас воды в снеге Q (мм) и коэффициент снегоотложения К в агролесоландшафте

Объект, годы исследований	Показатель	Место определения						
		лесная полоса	межполосное поле на расстоянии от полосы, Н				в целом лесомелиорируемая территория	открытое поле
			0-10	15-25	0-5	среднее		
Поволжская АГЛОС, 1974-1999	Н	63,00	69,00	44,00	61,00	56,00	57,00	40,00
	Q	171,00	186,00	124,00	166,00	151,00	153,00	106,00
	К	1,24	1,36	0,88	1,20	1,06	1,07	0,74
Тимашевский опорный пункт, 1974-2008	Н	71,00	70,00	58,00	67,00	64,00	65,00	35,00
	Q	197,00	191,00	159,00	184,00	174,00	178,00	107,00
	К	1,41	1,30	1,05	1,31	1,19	1,20	0,70
АО "Кулундинское", 1971-1995	Н	79,00	71,00	20,00	38,00	36,00	37,00	17,00
	Q	226,00	192,00	48,00	104,00	97,00	101,00	40,00
	К	2,28	2,01	0,63	1,09	1,05	1,08	0,54

В АЛЛ Поволжской АГЛОС изучали режим влажности чернозема обыкновенного тяжелосуглинистого под ветроломными полезащитными полосами. Запасы влаги в слое 0-200 см в первом севообороте весной на уровне наименьшей полевой влагоемкости 620-665 мм, летом снижались до 440-445 мм и осенью до 405-450 мм (табл. 17). В 50 м от лесной полосы водообеспеченность почвы была меньше по сезонам (540, 475, 470 мм) и в середине

значительно меньше (545, 460, 415 мм).

Полевые наблюдения продолжились в 1974-2008 гг. [29, 76]. Рассчитано, что в АЛЛ высота снега на лесомелиорируемой территории равна 57 см, что на 17 см больше, чем на открытом поле, а запас воды в снеге на 47 мм (см. табл. 16).

Таблица 17

Запас общей влаги в почве первого полевого севооборота на Поволжской АГЛОС в 1954-1973 гг. [98]

Место определения	Сезон года	Запас воды в слое 0-200 см, мм
Лесная полоса № 10	Весна	620
	Лето	440
	Осень	405
Лесная полоса № 11	Весна	665
	Лето	445
	Осень	450
В 50 м от лесной полосы № 10	Весна	540
	Лето	475
	Осень	470
Середина поля № 7	Весна	545
	Лето	460
	Осень	415

Во втором полевом севообороте запасы влаги в слое 0-200 см под лесными полосами и вблизи от них в местоположениях с близким залеганием ГВ были большими, чем в первом (табл. 18).

Таблица 18

Запас влаги в почве под лесными полосами и вблизи от них во втором севообороте Поволжской АГЛОС в 1969-1971 гг.

Место определения	Сезон года	Запас воды в слое 0-200 см, мм
Лесные полосы	Весна	688
	Лето	455
	Осень	415
Вблизи лесных полос	Весна	545
	Лето	520
	Осень	430
Середина поля	Весна	540
	Лето	405
	Осень	405

Исследование водного режима под сельскохозяйственными культурами на межполосных полях Поволжской АГЛОС (табл. 19) показало повышенную влагообеспеченность почвы весной под озимой пшеницей по пару, под ячменем и кукурузой и заметно меньшую – под люцерной. Большая часть запаса влаги в почве потреблялась растениями. При этом запас и расход влаги были наибольшими вблизи лесных полос и наименьшими в открытом поле (В. И. Панов, 2005).

Таблица 19

Изменение содержания общей влаги в почве в слое 0-150 см за вегетационный период в лесозащищенном АБГЦ Поволжской АГЛОС (1991-2005 гг.)

Сельскохозяйственная культура	Местоположение	Запас общей влаги в почве, мм		
		весной	в уборку	разница
Озимая пшеница по пару	Межполосное поле: I зона	492	370	122
	II зона	477	361	116
	Открытое поле	483	377	106
Ячмень	Межполосное поле: I зона	478	348	130
	II зона	471	353	118
	Открытое поле	472	368	104
Люцерна 2-го года	Межполосное поле: I зона	447	296	151
	II зона	461	289	172
	Открытое поле	441	333	108
Кукуруза	Межполосное поле: I зона	476	366	110
	II зона	479	372	107
	Открытое поле	446	362	84

Гидрологические исследования в АЛЛ проводились в сухостепной зоне. А. А. Романов [117] установил, что на темно-каштановых почвах Красноармейского опорного пункта (Куберле) сплошная вырубка кустарников в лесной полосе уменьшает снегоотложение, приводит к задернению почвы и усыханию насаждения. Там же В. В. Лисовин [82] установил, что в темно-каштановых

почвах влага обычно расходуется из слоя 0-4 м, а при недостатке накопления из слоя 6-15 м.

Л. К. Серебрякова [124] изучала динамику влажности темно-каштановых легкосуглинистых почв на Камышинском опытном пункте. Она наблюдала большие колебания расхода влаги (91-360 мм) под дубовыми и кленовыми насаждениями. Предельная глубина промачивания не превышала 1,5 м.

Н. М. Милосердов [1962] в 1954-1961 гг. изучил режим влажности каштановых солонцеватых почв под лесными полосами на Партизанском опытном пункте в Херсонской обл. В годы с большим количеством снега увлажнение почвы под лесными полосами плотной конструкции достигало глубины 3-5 м, а под продуваемыми – до 1-2 м. Более раннее и более глубокое иссушение почвы при большем количестве снега наблюдается под продуваемыми полосами, а в бесснежные зимы – под плотными. Расход воды лесными полосами плотной конструкции всегда выше.

В полупустынной зоне Ростовской обл. в АЛЛ Заветинский опорный пункт ВНИАЛМИ создана сеть ветроломных лесных полос плотной конструкции посадки 1932-1939 гг. Высота снега в лесных полосах в 1946-1963 гг. составила в среднем 80 см, запас воды снега равен 237 мм [73, 140]. При этом раз в 3 года снег таял в период его выпадения. Весенний запас продуктивной влаги в слое 0-400 см равнялся 565 мм. За период наблюдения 9 раз наблюдалось промачивание почвы на глубину 0,8-2,5 м и 6 раз – сквозное промачивание до 4 м. Тип водного режима светло-каштановой почвы под лесными полосами периодически промывной.

Определили запасы и расход воды в светло-каштановой почве под лесными полосами и озимой рожью в 1963 г. (табл. 20).

Расход воды растениями и на физическое испарение с поверхности происходил под лесной полосой в слое 0-400 см, на расстоянии до 50 м – в слое 0-200 см и на расстоянии 50-100 м – в слое 0-100 см.

Водный режим почв солонцового комплекса изучали под

трехрядными лесными полосами различного состава в соседнем колхозе "Кичкинский" (табл. 21).

Таблица 20

Запасы и расход воды, мм [73]

Глубина, см	Место определения									
	лесная полоса		межполосное поле на расстоянии от полосы, м							
			10		25		50		100	
	запас	расход	запас	расход	запас	расход	запас	расход	запас	расход
0-100	345	159	332	145	279	138	272	117	236	111
100-200	306	99	297	57	165	23	145	12	153	8
200-300	290	55	Не определено		180	5	Не определено		152	15
300-400	312	44			189	1			150	15
0-400	1253	357			813	167			691	149

Таблица 21

Запас и расход влаги в почве в слое 0-300см под лесными полосами различного состава (мм) за период 1979-1983 гг.

Вид	Солонец степной						Светло-каштановая почва					
	1979	1980	1981	1982	1983	1979, 1983	1979	1980	1981	1982	1983	1979, 1983
Весенний запас общей влаги												
Вяз	170	243	223	152	119	181	152	347	225	195	154	215
Робиния	145	242	204	116	166	175	176	223	210	119	108	167
Ясень	189	314	216	100	150	194	198	377	287	141	146	230
Клен	180	245	227	123	133	182	169	260	238	128	152	189
Суммарный расход влаги за вегетационный период												
Вяз	327	256	323	292	316	303	353	424	444	499	498	444
Робиния	309	295	321	278	326	306	320	271	309	417	350	417
Ясень	333	328	279	260	321	304	307	300	405	308	389	342
Клен	287	252	271	268	292	274	319	282	326	312	399	328

Снегозадержание молодыми полосами продуваемой конструкции было слабым. В многоснежном 1979/80 г. запас воды в снеге в вязовой полосе был равен 191 мм, в ясеневой 133, в робиниевой 127 и в кленовой 110 мм. Влагозарядка почвы весной 1980 г. была высокой, заметно меньшей в 1981 г. и небольшой – в малоснежные 1982 и 1983 гг. несмотря на хорошее увлажнение почвы, под вязовой полосой отмечалось большее иссушение почвы

вследствие наибольшего прироста растений. Много влаги расходовалось на испарение. Активный влагооборот происходил лишь в слое 0-150 см. Тип водного режима оставался непромывным десуктивным, особенно в солонцах.

В этой связи многолетнее сопряженное изучение водного режима почв и жизнеспособности ЗЛН на Ергенях позволило П. Ф. Богуну [19] рекомендовать двухрядные полезащитные полосы с широким междурядьем и пожизненным уходом за насаждением.

На Заветинском опорном пункте ВНИАЛМИ изучена водообеспеченность древесной растительности на светло-каштановой почве в 1938-1958 гг. [141]. В среднем за 15 лет древесная растительность израсходовала в слое 0-300 см 435 мм из почвенных запасов, 98 мм из атмосферных осадков. Водообеспеченность составила 45 %.

По данным П. Ф. Богуна [19], на юге Ергеней за 16 лет (1956-1972 гг.) сумма осадков холодного периода равна 180 мм, влагонакопление в светло-каштановых почвах под лесополосами равно 231 мм, под массивными ЗЛН – 126 мм и соответственно глубина весеннего промачивания 153 см и 88 см. Исследованиями выявлено, что движение почвенной влаги под ЗЛН определяется не только агрофизическими показателями среды, но и водным режимом, водопотреблением деревьев и кустарников [79, 141 и др.]. Определен водный потенциал почвы в ЗЛН [33]. Так, в верхнем горизонте он равен 1,5 кДж/кг, на глубине 2 м – 0,2 Кдж/кг, между листьями и корнями – 0,1-0,9 Кдж/кг.

В АЛЛ Джаныбекский стационар лаборатории лесоведения РАН динамику ГВ изучали под ЗЛН в падинах с высоким УГВ (2-3 м) в 1950-1970 гг. [122]. Выявлена положительная роль почвенных животных в улучшении внутрипочвенного стока и подъеме УГВ. Зоогенное воздействие на функционирование лесных экосистем достаточно велико. Оно может изменять первичную био-

продуктивность, ускорять скорость деструкции опада и отпада, обогащать почву биогенными элементами в некоторых случаях являться первопричиной гибели насаждений и др. На примере данного АЛЛ можно показать на положительное воздействие лесных мышей на водный режим почвы, подъем УГВ, процесс аккумуляции воды под насаждениями дуба [25]. Норы мышей повысили в 15 раз скорость впитывания воды (60 мм/мин). Норная сеть лесных мышей обеспечивает сброс талых вод в ГВ даже при промерзании почвы. На падинах обнаружен перехват насаждениями дуба черешчатого всей талой стоковой воды с образованием инфильтрационного купола. Провальная водопроницаемость объясняется наличием дренажной системы из разветвленной норной сети лесных мышей, составной частью которого являются отмершие корни деревьев дуба, которые, в свою очередь, проникают до капиллярной каймы ГВ.

Установлено что, массивные насаждения вяза приземистого, дуба черешчатого и других видов, используя весенние влагозапасы, осваивают зону капиллярной каймы, а затем и пресные ГВ, вследствие чего они засоляются до уровня 5-10 г/л [86].

Ухудшение состояния и снижение долговечности дуба черешчатого и вяза приземистого в больших падинах объясняется недостатком площади водного питания, засолением и подъемом УГВ [127]. Для ослабления процесса вторичного засоления ГВ рекомендуется оставлять 1/3-1/4 часть локальных понижений под так называемые "магазины влаги" с вечным паром для увеличения доли бокового подтока пресной воды из-под них [101, 122, 126]. Плодородные падины на Прикаспийской низменности рациональнее использовать под ценные сельхозкультуры, сады, сенокосы.

На целинных комплексных почвах Северного Прикаспия в результате неравномерного распределения снега и весеннего стока по элементам микрорельефа солончаковые солонцы ежегодно накапливают в среднем 72 мм продуктивной влаги, светло-каш-

тановые почвы – 138 мм, лугово-каштановые почвы по западинам 263 мм [123]. Этот весенний запас воды на всех типах почв расходуется полностью на эвапотранпирацию травянистых фитоценозов, кроме влаги, пополняющей ГВ по западинам.

Длительный мониторинг водного режима в лесных культурах проводился Г. С. Базыкиной [9, 10]. Ею было определено, что на солонце в вязовой лесной полосе весеннее приращение влаги в почве, а, следовательно, и расход растениями за 10-летний период составил 172-210 мм в зависимости от количества рядов деревьев вяза. На светло-каштановой почве приход увеличился до 280 мм, однако, расход составил 244 мм, остальное количество пополнило ГВ. Периодическое (3 раза в 10 лет) сквозное промачивание сопровождается восполнением осеннего дефицита влаги и оттока влаги в ГВ.

Особый интерес представляют данные в опыте на участке "Госфонд" в системе 6 однорядных кулис длиной по 500 м из вяза приземистого [9]. На фоне плантажной вспашки на глубину 30-40 см на светло-каштановых почвах наблюдалось сквозное промачивание в 3 раза из семи 1962-1969 гг. на темноцветных почвах – 4 раза и не раза под солонцами. В межкулисном пространстве средняя величина весеннего промачивания на солонцах достигла 120 см, на светло-каштановых почвах до 140 см и на темноцветных почвах до 210 см. Промачивание до ГВ отмечено на светло-каштановых и темноцветных почвах. В годы, когда наблюдалось сквозное промачивание и отток влаги в ГВ (1964-1968 гг.) имел место подъем УГВ на 80-100 см под всей территорией опытного участка.

Расход влаги на эвапотранспирацию из мелиорируемых почв обеспечивается по преимуществу влагой, поступающей в почву за осенне-зимне-летний период. Средний за восемь лет расход влаги из почвенного запаса солонцов в межкулисных пространствах опыта составил 110 мм (в 2 раза больше, чем на целине), а из почвенного запаса светло-каштановой почвы – 154 мм

– почти в 1,6 раза больше, на темноцветной почве –186 мм – сократившись по сравнению с целинными условиями (1259 мм).

Вблизи лесной кулисы на первом этапе мелиорации под влиянием снежных отложений водный режим почв солонцового комплекса улучшился. Затем корневая система вяза начала активно поглощать влагу и угнетать рост и развитие сельскохозяйственных культур. К 40-летнему возрасту она освоила и все межполосное пространство. В больших падинах под массивными ЗЛН сложился десуктивный тип водного режима почвы.

Особый влагооборот наблюдается на лугово-каштановых почвах западин. Здесь лесные культуры осваивают всю капиллярную кайму и начинают интенсивно потреблять пресные ГВ, вследствие чего они засоляются [86, 125].

На основании многолетних исследований в полупустынном Северном Прикаспии, в богарных условиях предлагается создание сложных культурных агролесных биогеоценозов на основе мелиорации почв солонцового комплекса и повышения увлажнения за счет активного снегонакопления с помощью древесно-кустарниковых кулис. Такие культурные агролесные биогеоценозы могут создаваться в виде отдельных массивов, вытянутых перпендикулярно направлению господствующих зимой ветров, иметь ширину порядка 200 м и располагаться друг от друга на расстоянии порядка 600-800 м. Указанные величины ширины массивов (200 м) и межкулисных пространств (40 м) являются минимальными и вероятно могут быть несколько увеличены [126].

Н. П. Бойко [21] обобщила 20-летние результаты изучения водного режима сероземов под целинной степью, паром и ЗЛН различного возраста (лох узколистный, софора японская, ясень сирийский, шелковица, псевдоакация, гледичия и др.). Наибольшее содержание влаги в весенний период. На целине эффективное промачивание ограничено слоем 120-170 см. В апреле – июне этот слой иссушается до влажности завядания. В пару и под лес-

ными культурами 1-2-летнего возраста расход влаги происходит в основном с глубины ниже 50 см, а степная растительность больше иссушает слой 30-50 см. С увеличением возраста ЗЛН лучше задерживают снег и создают большие запасы влаги. Осенью – летом они используют всю труднодоступную влагу и иссушают почвогрунт до 3 м. В сухие годы непромачиваемый весенними осадками слой залегает на глубине 1,4-1,7 м, в средние по увлажнению и более влажные годы – на глубине 3-4 м.

Режим влажности под различными древесными и кустарниковыми видами имеет свои особенности, обусловленными биологическими свойствами вида и характером их корневых систем. Под 4-летними аморфой, шелковицей и ясенем с поверхностной корневой системой наибольшее иссушение почвогрунта наблюдается до глубины 2 м. Под однолетними дубом и каркасом со стержневой корневой системой почвогрунт иссушается более 2 м. Под акацией, абрикосом, вязом, гледичией с глубоко проникающей корневой системой сильное иссушение отмечено по всему профилю до 3 м. Деревья и кустарники с 7-8-летнего возраста продолжительное время находятся в условиях крайне недостаточной водообеспеченности, отчего имеют пониженную устойчивость к низким температурам воздуха и "зимней засухе".

На типичных сероземах богарной зоны наиболее устойчивы псевдоакация, вяз приземистый, гледичия обыкновенная, клен Семенова, лох узколистный, миндаль бухарский, скумпия, уксусное дерево, терн, фисташка, ясень, яблоня Сиверса.

Своеобразные АЛЛ образуются в лесостепной зоне Западной Сибири на пахотных угодьях, где колковые леса встречаются островками в западинах, глубина которых бывает от 10-15 см до 1,5-2,0 м. Западины занимают около 5 % территории. Весной западины заливаются водой, которая в мелких западинах держится 10-20 дней, в углубленных – 1,0-1,5 м и в глубоких – в течение всего лета [36]. Эти западины поглощают значительную часть поверхностного

стока. Установлено, что колковые леса повышают УГВ на полях в среднем на 2 м по сравнению с безлесными полями.

Колковые леса при облесенности 7-10 % снижают скорость ветра на полях на 30-70 %, уменьшают амплитуду колебания температур приземного слоя воздуха и почвы, повышают влажность воздуха за период вегетации растений в среднем на 6 %. Снижают летом испаряемость на 15, а осенью на 5-10 %, повышают влажность пахотного слоя почвы прилегающих полей на 4-6 % и метрового слоя на 6-7 %. УГВ на полях среди колков поднимается на 1-2 м и выше, чем в необлесенных полях.

В Воронежской обл. мощность снежного покрова на поле среди колков имела 31-60 см, а на открытом поле – 14-23 см (М. Н. Бурдаев, 1956). По данным автора, каждый гектар осиновых кустов дал полям дополнительно воды 315-555 м^3.

Радиационный баланс на облесенных полях изучен недостаточно. Лесные полосы двояко воздействуют на приток солнечной радиации. Вследствие оттеняющего воздействия они ограничивают поступление прямой радиации в приполосные зоны, особенно при меридиональном расположении, и в то же время способствуют заметному увеличению потока рассеянной радиации за счет повышенной отражательной способности боле сомкнутого стеблестоя сельскохозяйственных культур. Фотосинтетическая активная радиация на защищенных полях выше на 4 % при господстве антициклона и на 13 % – циклона [81].

Насыщенность воздуха влагой – один из основных климатических показателей. Низкая относительная влажность воздуха является характерным признаком засухи и суховея.

Влажность воздуха взаимосвязана с испарением и транспирацией растительности, в т. ч. и лесной, а также с температурой и воздухообменом. Однако, транспирация древесной растительности существенного действия на увлажнение приземного слоя воздуха межполосного пространства не оказывает [63 и др.]. На

межполосных полях относительная влажность воздуха выше на 1-3 %, а в период засух до 10 % и более, чем на открытых полях.

Изучена испаряемость воды из почв в АЛЛ. Заметное увеличение (на 0,3-1,2 мм абсолютной влажности под защитой лесных полос наблюдается на хорошо развитых посевах и практически отсутствует на паровых полях или после уборки урожая. Без наличия растительного покрова относительная влажность возле лесных полос может снижаться в связи с повышением температуры [90]. Влияние непродуваемых лесных полос на влажность воздуха распространяется до 5-8Н, ажурных и продуваемых до 10-15Н.

Воздействие лесных полос на испарение обусловлено их влиянием на скорость ветра и турбулентный обмен, температуру и влажность воздуха. Эти факторы определяют величину возможного испарения при неограниченной подаче воды к испаряющей поверхности, т. е. испаряемость. Благодаря уменьшению скорости ветра и турбулентного обмена, а также увеличению влажности воздуха под защитой лесных полос испаряемость сокращается на 15-20 % [17, 20, 41, 44, 63, 90].

Влияние лесных полос на испаряемость, как и на скорость ветра, проявляется сильнее и распространяется дальше при перпендикулярном подходе к ним ветра.

Испаряемость зависит и от конструкции полос. Продуваемые лесные полосы способствуют уменьшению испаряемости на расстоянии до 20Н, а умеренно-ажурные – до 12Н [44, 51].

В ОПХ ВНИАЛМИ испаряемость регистрировалась в течение всего вегетационного периода ячменя. Существенное ее уменьшение под влиянием ажурных лесных полос отмечается на расстоянии до 15Н на наветренной стороне и до 7Н на заветренной.

Экономия влаги за счет снижения испаряемости за вегетационный период в среднем составляет на указанных сторонах соответственно 100 мм.

По наблюдениям в Каменной Степи на паровых полях среди

лесных полос влаги испарилось за весенне-летний период на 34 мм (18 %) меньше, чем в открытом поле. Под посевами ранних яровых снижение непродуктивного испарения составило 8-16 мм, подсолнечника 20 и кукурузы 30 мм, в среднем 16 %. В то же время расход влаги на продуктивное испарение (транспирацию) среди лесных полос увеличился на 38 %, а суммарное испарение – на 10 % [70, 146 и др.].

Лесные полосы существенно влияют на коэффициент и продуктивность транспирации. Так, в Каменной Степи транспирационный коэффициент овса среди лесных полос (на расстоянии до 110м) уменьшился в среднем в сравнении с открытым полем на 10-24 % [70, 146], а яровой пшеницы на Тимашевском опорном пункте на расстоянии до 8-10Н – на 22-27 % .

Большой интерес представляет полевой расход влаги из корнеобитаемого слоя почвы на 1 ц урожая (табл. 22). В зоне наиболее выраженного влияния лесной полосы (0-10Н) коэффициент расхода влаги на образование зерна более стабильный по годам и в среднем за 6 лет в 1,7 раза меньше, чем на открытом поле.

Таблица 22

Влияние погодных условий на продуктивный расход влаги яровой пшеницы на межполосном поле [129]

Год	Расход влаги, т/ц.га	
	зона 0-10Н	вне влияния лесной полосы
Засушливый	1900	4700
Влажный	1350	1350
Среднее за 6 лет	1600	2700

10. ФОРМИРОВАНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД В АГРОЛЕСОЛАНДШАФТЕ

Необлесенные ландшафты с УГВ более 10 м, не оказывающие влияние на почвообразование, называются элювиальными автоморфными [69]. При УГВ 7-8 м уже может наблюдаться некоторое влияние на почвообразование, а при 4-7 м в нижней части почвенного профиля наблюдаются восходящие пленочно-капиллярные растворы, из которых в почву переходят в осадок некоторые растворенные компоненты. Здесь уже может иметь место прямое геохимическое влияние ГВ на почвообразование. Почвообразование и почвы приобретают характер мезогидроморфный. При УГВ 1-3 м капиллярная вода активно участвует в жизни растений, почвообразовательном процессе и геохимической аккумуляции. Ландшафты такого типа являются аккумулятивными, а почвы гидроморфно-аккумулятивными. Под лесами и ЗЛН могут формироваться все типы гидроморфных ландшафтов и почв, так как пол ними непромывной тип водного режима почв преобразуется в промывной тип. Вместе с тем, вследствие активного водопотребления корневыми системами деревьев и кустарников водный режим почвы одновременно относится по Г. М. Высоцкому [36] к десуктивному типу.

Г. Н. Высоцкий [36] различал пульсивные и диспульсивные ГВ. Уровень пульсивных вод подвергается сезонным колебаниям: весной они поднимаются, к осени и зимой опускаются. Под диспульсивным грунтом залегает диспульсивный УГВ, характеризующийся отсутствием годовых или спорадических колебаний. Изменения УГВ происходят в течение многолетнего периода, и они отражают смену засушливых многолетних периодов влажными и наоборот.

Грунтовые воды Владимирской станции относятся к аллоктонным, т. е. образуются вне данного почвогрунта (в потускулах). Они являются источником дополнительного увлажнения грунта только путем очень медленного капиллярного и пленочного поднятия. Так как ГВ залегают в суглинках, скорость горизонтального потока их незначительна и дополнительное увлажнение в стороне от потускул очень небольшое [118]. Поверхность ГВ здесь волнистая и зависит не только от абсолютной высоты местности и от существующего микрорельефа, но и отражает историю полей.

Под лесной полосой в среднем за 4 года УГВ находится несколько ниже, чем на соседнем межполосном поле в 70 м от него. В середине полосы он был ниже на 39 см, а на опушке ее – на 31 см. Амплитуда УГВ за 4 года под лесной полосой незначительно превышала таковые на межполосном поле. ГВ во всех местоположениях пресные.

Г. Н. Высоцкий [36] в степных и лесостепных условиях выделял горизонты почвогрунта разной интенсивности влагооборота:

1. Верхний увлажненный горизонт с подвижной водой (живой), изменяющейся влажностью (пульсивный), промачиваемый осадками (пермацидный).

2. Нижний иссушенный горизонт с малоподвижной водой (мертвый), с малоизменяющейся влажностью (диспульсивный), непромачиваемый осадками (импермацидный).

3. Горизонт капиллярного увлажнения с увеличивающейся сверху вниз влажностью.

4. Горизонт ГВ с мало изменяющимся (диспульсивным) уровнем.

Все эти горизонты характеризуются разной подвижностью воды и способами ее передвижения (гравитационное, капиллярное, пленочное, диффузное), различной изменчивостью влажности во времени и в пространстве и доступностью ее растениям, разным увлажнением осадками.

В. В. Докучаев [45] впервые указал на лесные насаждения как необходимый фактор обводнения местности, регулятор поверхностного стока, увлажнения почвы, грунта и питания растений. По мнению А. Р. Константинова, Л. Р. Струзера [70] региональная система ЗЛН способствует увеличению атмосферных осадков. Г. М. Тумин [133] впервые указал на влияние системы лесных полос в Каменной Степи на увеличение 55 мм суммы годовых атмосферных осадков в 1918-1924 гг. При этом наибольшие различия отмечались в твердых осадках (155 мм против 84 мм). Последующие изменения по влагообеспеченности территории разных лесных полос характеризуются следующими данными. В среднем за 1935-1951 гг. годовая сумма осадков среди взрослых лесополос составила 486 мм, а в открытой степи – 476 мм. В период 1952-1972 гг., когда открытой степи, как таковой не осталось, среднее годовое количество осадков увеличилось по сравнению с двумя первыми периодами и достигло среди взрослых полос 536 мм, а в условиях открытой степи 523 мм.

По данным Н. Г. Петрова [107] в 1892-1895 гг., когда водосборы каменно-степных балок представляли собой типичную степь, коэффициент поверхностного стока составлял 0,72, в 1933-1951 гг. – 0,32, а в 1975 г. – 0,16, во взаимодействующей системе лесных полос и 0,28 в разобщенной системе. Средняя высота подъема ГВ в открытой степи равна 0,56, на облесенном поле – 0,89 м, в лесной полосе – 1,39 м, а на ее опушках – 1,41 м. Следовательно, на облесенном поле подъем УГВ в 1,5 раза больше, чем в степи, а в лесополосах и на опушках – в 2,5 раза.

По наблюдениям Г. Ф. Басова [15, 16] в Каменной Степи, изменения УГВ зависит от климатических факторов весны и лета и от сочетания этих факторов в этом году. В зависимости от упомянутых факторов баланс ГВ может быть положительным при накоплении ГВ и отрицательным при их повышенном расходе. За ряд лет колебание УГВ имело волнообразный характер: уровень повышал-

ся в 1892-1897, 1915-1920, 1925-1929, 1939-1942 гг. и понижался в 1920-1925, 1929-1939, 1942-1947 и 1948-1951 гг. Минимумы и максимумы повторялись через 4-5 лет. Кроме коротких минимумов, были два длительных, между серединами этих периодов прошло 35 лет. В Каменной Степи за 60-летний период УГВ не снизился. В 1952 г. он стал выше, чем в 1891 г. на 1,2 м.

Анализ результатов многолетних наблюдений УГВ в Докучаевском колодце показал: с1892 до 1957 гг. колебание УГВ составило 4,58-8,34 м, с 1958 по 1993 гг. отмечен устойчивый его подъем (6,2-2,6 м) со стабилизацией на базе низких уровней (3,2 м) в последующие годы [121]. Авторы исследований предполагают, что причиной подъема УГВ стало изменение биоклиматических условий и в первую очередь увеличение суммы атмосферных осадков. По результатам многолетних наблюдений более чем 100 лет (1892) в Каменной Степи выявлена тенденция увеличения их количества до 2007 г. в среднем на 50-70 мм/год. С 2007 г. по данным Каменностепновского геологического отряда наметилась тенденция уменьшения количества атмосферных осадков с увеличением температуры воздуха в вегетационный период на 15 ^{o}C, что отразилось на понижении УГВ с 3,2 до 8,0 м.

Климатические аномалии ускорили процесс усыхания деревьев [122]. В полезащитных лесных полосах устойчивым оказался дуб черешчатый, в овражно-балочных насаждениях – ясень обыкновенный и ясень пушистый.

В Росташовском АЛЛ Саратовской обл. на обыкновенных черноземах УГВ в открытом поле равен 13,1-13,5 м, в межполосном – 4,0 м и под многорядной плотной 60-летней полосой – 2-3 м [20].

В АЛЛ колхоза "Деминский" Новоанненского р-на Волгоградской обл., расположенном в подзоне обыкновенных черноземов, УГВ был глубже 15 м и тип водного режима почвы непромывным. В 1950-1952 гг. создана система полезащитных лесных полос плотной конструкции, расположенных на расстоянии 250-

500 м. Уже в 1980 г. УГВ под ЗЛН и на межполосных полях Носовской бригады был равен 2,5-5,0 м, сформировались промывной и периодически промывной типы водного режима почвы.

С. В. Зонн, Н. Б. Иванова [53] указали, что на территориях, где созданы системы ЗЛН и водоемов, в последние 100 лет произошел подъем ГВ на 1,5-3,0 м, что привело к формированию оазисных гидрологических режимов.

Многолетние гидрологические наблюдения проведены в АЛЛ Тимашевского опорного пункта ВНИАЛМИ [4, 14-16, 27, 76, 98]. АЛЛ расположен в Сыртовом Заволжье на водоразделе рек Кинель и Сарбай с абсолютными отметками 110-131 м. Почвообразующие и подстилающие породы представлены хвалынскими тяжелыми суглинками и глинами. АЛЛ заложен по идее В. В. Докучаева с учетом практических рекомендаций по результатам работ его экспедиции в области защитного лесоразведения России агрономом Гродским в 1894-1897 гг. Лесные полосы закладывали на расстоянии 600-1300 м, что определило лесистость территории 2,4 %. В 1948-1950 гг. в южной части ландшафта дополнительно посажены малорядные ветроломные лесные полосы через 170 м, образовались поля с площадями 16-20 га и лесистостью 8,2 %. В декабре 1947 г. заложены 2 гидрологических профиля. При бурении скважин были вскрыты глины уржумской свиты с УГВ 7,0-11,6 м. Поток ГВ направлен на северо-восток и северо-запад с уклоном 0,10-0,02. Коэффициент фильтрации глин 0,1-0,8 м/сут. Производительность потока в профилях 93 и 36 $м^3$/сут.

Атмосферные осадки выпадали неравномерно (рис. 1). Средняя многолетняя норма осадков (434 мм) в отдельные годы увеличивалось или уменьшалось в 1,4-12,6 раза (на 174-260 мм). Чередование, периодичность влажных и засушливых годов были различными. В последние 1990-2008 гг. отмечена гумидизация климата.

Снеготаяние в АЛЛ начиналось в первой декаде марта, было интенсивным в середине апреля и оканчивалось к маю. Его окон-

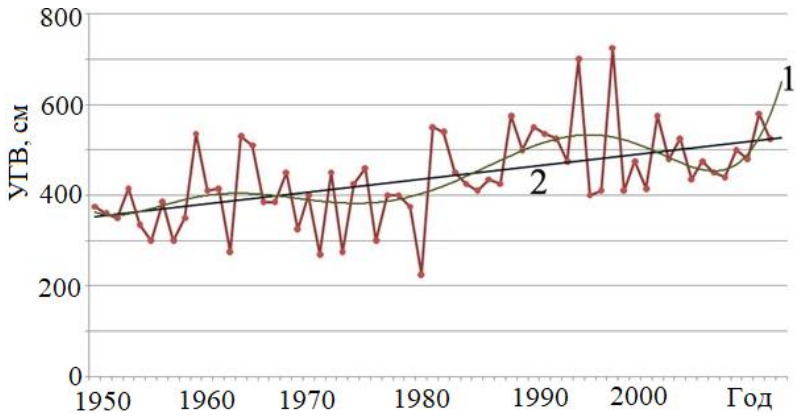

Рис. 1. Среднегодовая сумма осадков на Тимашевском опорном пункте в 1947-2006 гг.:

1 – полиноминальный ряд ($y = 1E - 0{,}6x^6 - 0{,}0002x^5 - 0{,}0103x^4 - 0{,}2563x^3 + 2{,}467x^2 + 2{,}5919x + 345{,}83$; $R^2 = 0{,}378$); 2 – экспоненциальный ряд ($y = 344{,}14e^{0{,}0068x}$; $R^2 = 0{,}2786$)

окончание наступало раньше в открытом и в середине межполосных полей на 5-20 дней, несколько больше продолжалось на прилегающих к лесным полосам участках (I, III зоны) и позже на 5-10 дней в лесных полосах. При глубоком промерзании почвы на полях интенсивность снеготаяния и впитывание талых вод было интенсивнее в лесных полосах. УГВ значительно различался по годам. В годы с выпадением жидких осадков весной продолжительность подъема УГВ увеличивалась до середины июля. В течение вегетационного периода он постепенно понижался вследствие внутри грунтового оттока и десукции корневыми системами древесных пород и сельскохозяйственных растений в зоне капиллярной каймы. Под лесными полосами отмечалась так называемая депрессионная воронка ГВ. В отдельные годы с выпадением большого количества атмосферных осадков в августе-сентябре и окончанием вегетации и десукции растений наблюдался осенний подъем ГВ. Он был значительно меньше весеннего. В ноябре – феврале УГВ опускался медленно. В конце этого меженного периода отмечался годовой цикл динамики.

Динамика УГВ в АЛЛ заметно различалась (рис. 2). Под лесной полосой посадки 1895 г. УГВ весной в период впитывания талой воды в 1948-1961 гг. был низким (600 мм) и в последующие годы приближался к поверхности почвы.

УГВ в межень устойчиво повышался к поверхности от 650 до 480 см. Под лесной полосой посадки 1948 г. УГВ в первые 10

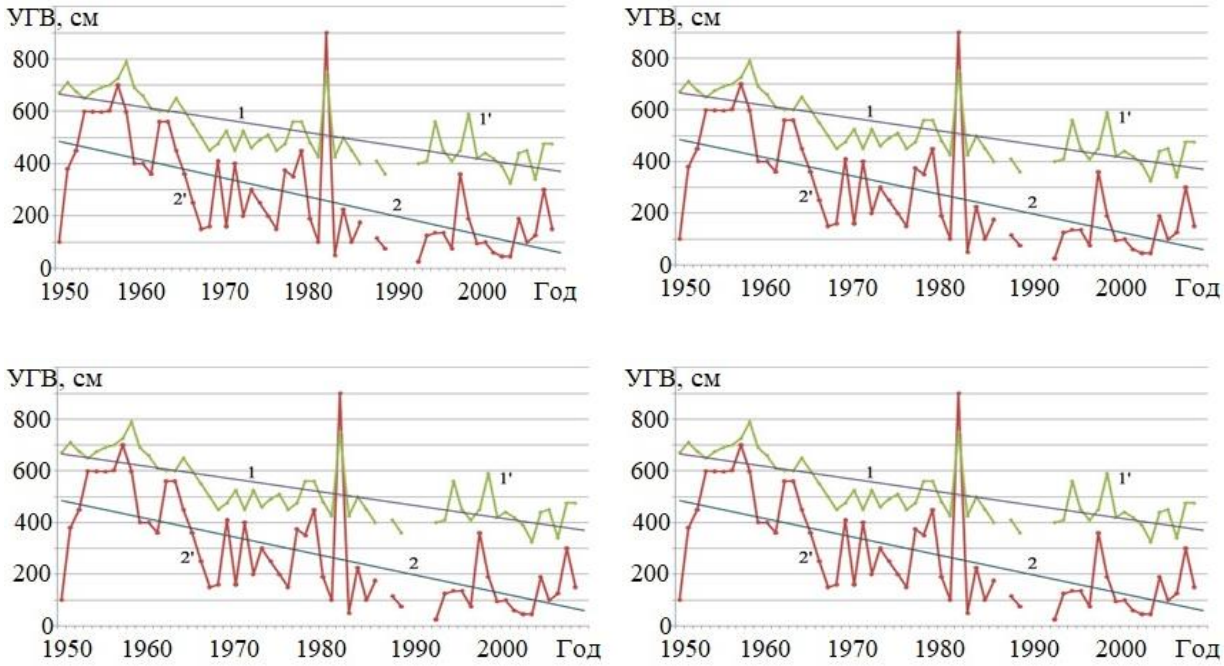

Рис. 2. Динамика УГВ по элементам агролесоландшафта Тимашевского опорного пункта в 1948-2010 гг.:

Элемент агролесоландшафта: А – ЛП № 7 (y = –4,7029x + 486,71, y = – 7,2183x + 486,71); Б – ЛП № 48 (y = –7,9125x + 914,54, y = –13,502x + 920,18); В – пашня в 25 м от ЛП № 7 (y = –6,419x + 722,21, y = –6,9285x + 505,68); Г – пашня, середина межполосного поля (y = –1,4922x + 718,97, y = –5,527x + 709,23). Сроки определения: 1 – межень, 1' – линейная; 2 – весна, 2' – линейная

лет оставался на отметке 1000 см весной и в межень, а в последующие 50 лет в межень приближался к 600 см, весной – к 50-400 см. В 25 м от старовозрастной полосы УГВ весной 1950-1970 гг. отмечался на отметках 200-600 см, а в 1980-2008 гг. – на 10-300 см. В межень он повышался от 750 до 300 см. В середине поля верховодку отмечали весной на отметках 200-600 см.

Научный и практический интерес представляет взаимосвязь солнечной активности, климата земной поверхности и гидрологии агролесоландшафтов. Отмечена связь УГВ в Каменной Степи через метеорологические факторы с 11-летними циклами солнечной активности [143]. Последующими исследованиями [76] установлено чередование краткосрочных (3-5-летних) и долгосрочных (7-9-летних) периодов с экстремами увеличения и уменьшения сумм атмосферных осадков, повышения и понижения УГВ.

До создания системы лесных полос средний УГВ в АЛЛ был

равен 8,3 м, а в начале 2007 г. – 6,2 м (рис. 3). Таким образом, за 60-летний период наблюдений УГВ поднялся на 2,1 м при скорости поднятия 3,5 см/год. Объем ГВ увеличился на 3,5 млн м^3. В АЛЛ изменилась гидрология территории, образовалась мозаика площадей с различной гидроморфностью угодий (табл. 23).

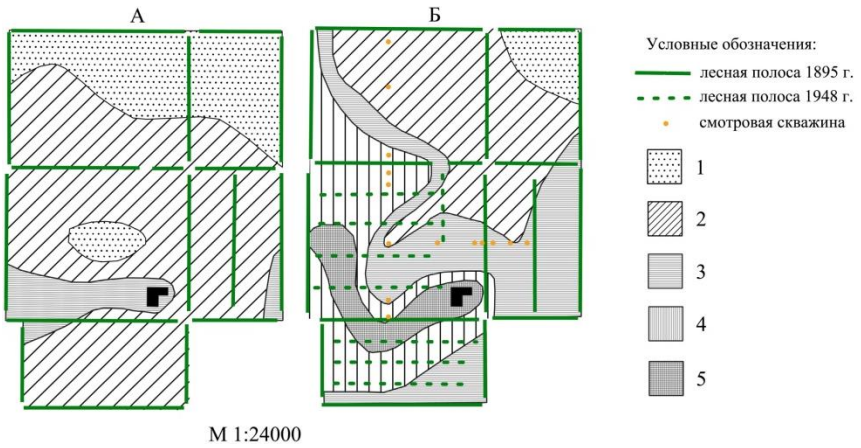

Рис. 3. Изменение УГВ с 1947 г. (А) по 2007 г. (Б) в агролесоландшафте Тимашевского опытного пункта ВНИАЛМИ (УГВ, м: 1 – > 9; 2 – 7-9; 3 – 5-7; 4 – 4-5; 5 – < 4)

Таблица 23

Увеличение площадей гидроморфных угодий в агролесоландшафте Тимашевского опорного пункта в 1947-2007 гг.

УГВ, м	Оводненность угодий		Площадь гидроморфных угодий			
	лесные	сельскохозяйственные	1947 г.		2007 г.	
			га	%	га	%
> 9	Нет	Нет	78,2	23,5	14,4	4,3
7-9	Слабая	Нет	226,0	67,9	105,8	31,8
5-7	Умеренная	Очень слабая	28,8	8,6	102,0	30,6
4-5	Высокая	Умеренная		-	85,1	25,6
< 4	Очень высокая	Высокая		-	25,6	7,7
Итого			333,0	100,0	333,0	100,0

Формирование ГВ в АЛЛ Поволжская АГЛОС в 1963-1972 гг. изучалось П. Д. Никитиным [98]. Отмечена ячеистость поверхности ГВ на полях I и II полевых севооборотов. УГВ приведен по отдельным смотровым скважинам и не сведен по АЛЛ.

Нами определено изменение УГВ в агролесоландшафте Поволжской АГЛОС в 1963-1988 гг. [76]. До посадки лесных полос в 1964 г. ГВ в ландшафте залегали глубже 9 м (рис. 4). Спустя 25 лет они поднялись выше 3 м на 41,6 % площади агролесоландшафта и

на уровень 3-9 м – на 49,1 % площади и стали доступными для растений. Ежегодный прирост столба составлял 6,8 см, а общий его объем 505 м^3/га. Водохранилище с объемом воды около 300 тыс. м^3 занимает 8,3 % площади территории агролесоландшафта (табл. 24).

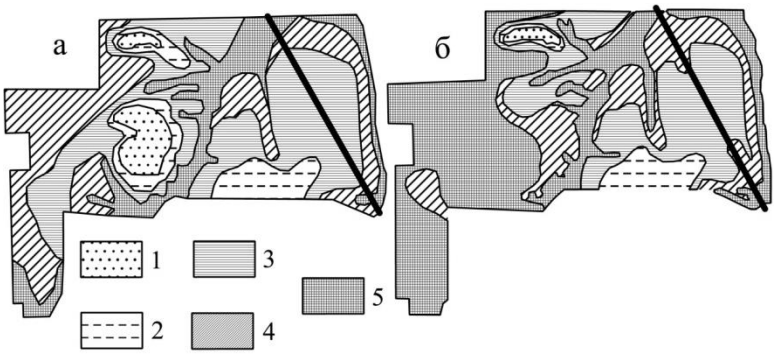

Рис. 4. Изменение уровня ГВ с 1963 г. (а) по 1988 г. (б) в агролесоландшафте Поволжской АГЛОС (1 – > 12 м; 2 – 9-12; 3 – 6-9; 4 – 3-6; 5 – < 3 м)

Таблица 24

Изменение гидрологии АЛЛ Поволжской АГЛОС

УГВ, м	Обводненность угодий		1963 г.		1988 г.	
	лесные	сельскохозяйственные	Площадь угодий, га			
			га	%	га	%
Б2	Очень высокая	Высокая	-	-	110	4
2-4	Высокая		389	13	1195	41
4-5	Умеренная	Слабая	922	32	609	21
5-7	Слабая		1192	41	815	28
7-9	Очень слабая	Отсутствует	258	9	154	5
9-12			139	5	17	1
Итого			2900	100	2900	100

Изучение поступления и расхода влаги в почвогрунте под ЗЛН и на межполосном поле свидетельствует об изменении типа водного режима почв в АЛЛ в Среднем Заволжье. Из непромывного типа в открытом поле он превратился в промывной под ЗЛН, в промывной и периодически промывной в I зоне межполосного поля под озимыми по пару и периодически промывной под яровыми зерновыми, кукурузой, преимущественно непромывной во II зоне. Под многолетними травами, обладающими очень большим водопотреблением, он непромывной во всех зонах. С учетом активного продуктивного использования почвенной влаги лесной и травяни-

стой растительностью все типы водного режима почвы в АЛЛ можно отнести одновременно и к десуктивному.

Исследования гидрологии АЛЛ и агролесомелиоративного земледелия в ЦЧП и Среднем Поволжье позволяет заключить, что формирование антропогенных ГВ повысит продуктивность угодий, улучшит природную среду, ноосферу. Реализовать потенциал обводненных АЛЛ возможно комплексом организационно-хозяйственных, агротехнических и других мероприятий. Для этого создают взаимодействующую систему малорядных полезащитных лесных полос продуваемой конструкции, разрабатывают биологизированную агролесомелиоративную систему земледелия, технологию возделывания сельскохозяйственных культур на межполосных полях. При этом эффективно возделывание многолетних бобовых трав. Люцерна продуктивно использует влагу в слое 0-300 см, понижают УГВ. Целесообразно введение занятого пара. Необходимы предупредительные меры борьбы с заболачиванием, засолением почвы, с загрязнением ГВ.

Изреженное размещение ЗЛН в АЛЛ степной зоны на расстоянии более 500 м, продуваемая конструкция полос понижают возможность снегозадержания (< 0,4 м), формирования антропогенных ГВ. Исключение могут представлять местоположения в Западной Сибири с природным высоким УГВ.

На Северном Кавказе малоснежные зимы, активный десуктивный водный режим почв под лесными полосами ажурной конструкции также понижает возможность формирования ГВ [111].

Формирование антропогенных ГВ мало изучено в лесостепной и сухостепной зонах.

В АЛЛ ОПХ Новосильской ЗАГЛОС о ГВ судили по промывному типу водного режима серых лесных почв, образованию верховодки и движению ее по уклону местности, продуктивности и долговечности естественных лесов [62, 100].

Необычны условия формирования ГВ на юге Сибирской

низменности [11]. В восточной части в черноземной зоне ГВ залегают близко к поверхности, нередко являются напорными и доступными для лесной растительности, ЗЛН. В Кулундинской степи УГВ тесно зависит от рельефа местности. В слабосточных понижениях он выпотной, близок к поверхности.

В АЛЛ "Кулундинское" исследования проводили в 1971-1995 гг. [58]. Средняя высота снега в лесных полосах 79 см, в АЛЛ 37 см, что на 20 см больше, чем в открытом поле и запас воды в снеге на 61 мм (табл. 25).

Таблица 25

Высота снежного покрова Н (см), влагозапасы в снеге Q (мм) и коэффициент снегоотложения К в АЛЛ "Кулундинское" в 1971-1993 гг.

Объект	Показатель	Лесная полоса	Межполосное поле, расстояние от лесной полосы, Н				В целом на лесомелиорируемой территории	Открытое поле
			0-10	15-25	0-5	среднее		
Кулунда, АО "Кулундинское" 1971-1995 гг.	Н	79,00	71,00	20,00	38,00	36,00	37,00	17,00
	Q	226,00	192,00	48,00	104,00	97,00	101,00	40,00
	К	2,28	2,01	0,63	1,09	1,05	1,08	0,54

На пониженном местоположении с исходно высоким УГВ (2,65 м) отмечено его повышение за 18 лет под продуваемой лесной полосой на 0,36 м, в 25 м от нее на 0,69 м, в 50 м на 0,27 м [58]. На повышенном местоположении с УГВ > 10 м и малопроницаемым карбонатным подпахотным горизонтом талые воды удерживались в основном в пахотном слое и потреблялись древесной и сельскохозяйственной растительностью. При нарушении карбонатного экрана глубокой плоскорезной обработкой талые воды достигали ГВ, не повышали их уровень, вероятно, вследствие горизонтального оттока.

Таким образом, систематическое накопление снежных отложений у лесных насаждений, глубокое промачивание почвы, экономное расходование влаги на испарение и транспирацию растениями приводит к формированию подъему антропогенных

ГВ. Оводнение территории отчетливее проявляется при оазисном густом расположении полосных лесонасаждений плотной конструкции преимущественно в лесостепной и степной зонах в многоснежные зимы и многоводные годы. Несомненно, оно улучшает мелиоративную роль в водообеспеченности лесных и сельскохозяйственных растений, однако, в неконтролируемых условиях может привести к заболачиванию и засолению территории. Поэтому предлагаем систему мероприятий: организационных (редкое размещение лесных полос, увеличение ширины межполосных полей), лесомелиоративных (уменьшение рядности полос, увеличение продуваемости конструкций, посадку быстрорастущих видов, кулис), агротехнических (введение в севооборот трав, культур с глубокой корневой системой, занятых паров, промежуточных культур и др.).

11. ГИДРОЛОГИЯ ОРОШАЕМЫХ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТОВ

Изучена гидрологическая роль ЗЛН на орошаемых землях [131]. Доказано, что ЗЛН уменьшают интенсивность испарения с водной поверхности, что позволяет снижать относительные нормы, стабилизируют УГВ, удаляют восходящий поток ГВ и предупреждают вторичное засоление почв. Дренирующую роль ЗЛН могут выполнять и на переувлажненных землях ЦЧП, площадь которых увеличивается на 4-5 тыс. га/год (Ю. П. Паракшин, 1997). Она особенно велика на заболоченных засоленных почвах. В этой связи в Пакистане представлена альтернативная технология биологического дренажа (A. P. Davidson, 2000). В Австралии 4-летние полосы деревьев и кустарников уменьшили содержание воды в слое 0-12 м на 600 мм и стали гарантами понижения ГВ (A. Knight, 2002).

Орошаемые пахотные земли распространены в основном в нижнем Поволжье и на Северном Кавказе, меньше в Центральной черноземной области, на юге Западной Сибири, Средней Сибири и на Дальнем Востоке, Волго-Ахтубинской пойме.

Объектами исследования являлись сельхозпредприятия ОПХ "Россия" на Заволжской оросительной системе, ОПХ "Солодушинское", ПФ "Восток" на Кисловской оросительной системе Николаевского р-на Волгоградской обл. и Богдинской НИАГЛОС Харабалинского р-на Астраханской обл. [131]. Северные объекты расположены в сухостепной зоне на Приволжской песчаной гряде. Среднегодовое количество осадков на объектах 260 мм. Малое количество осадков в сочетании с высокими температурами обусловливают сухость воздуха и почвы. Сумма жидких осадков больше, чем твердых. Высота снега перед его таянием равна 30 см. Поверхность

почвы выровненная. Почвенный покров представлен каштановыми солоноватыми легкосуглинистыми почвами.

Природа оросительных вод разнообразна: на местном поверхностном, речном и внутригрунтовом стоках. Подводящая и распределительная сети каналов часто не облицована, отчего оросительная вода пополняет ГВ, заболачивает прилегающие кюветы.

В работе полив проводили дождевальными машинами: "ДДА-100 м", "Фрегат", "Днепр", "ДК III-64", "Кубань".

В Кисловской и Заволжской оросительных системах сохранились несколько лесных полос 1949-1954 гг. посадки, достигшие 20-40 лет. Посадки созданы по древесно-кустарниковому типу. С 1978 г. лесонасаждения созданы не более чем из 4 рядов, на полях севооборота – 1-2-рядные.

С возрастом насаждений изменяются их аэродинамические показатели: защитная высота и ажурность кроны. В результате увеличивается протяженность снежного шлейфа, уменьшается его мощность в самой полосе (табл. 26). Если в молодых насаждениях (15 лет) накопление снега за счет снеготаяния было в 3.5 раза выше, чем в центре межполосного пространства, то в более старших (23-27 лет) – лишь в 2,7 раза. Протяженность шлейфа увеличилась почти в 2 раза. Так, в 3-4-летнем возрасте насаждений она составляла в среднем 25-30 м, в 15-летнем 40-45 м, в 24-летнем 55-60 м. В зоне лесных полос максимальный УГВ наблюдается в весенний период после снеготаяния, минимальный – осенью, в конце вегетационного периода.

На Кисловской оросительной системе в первые 10 лет (1969-1970 гг.), когда была создана система ЗЛН, при высоких инфильтрационных потерях поливной воды наблюдался значительный подъем УГВ с глубины 6-8 м до корнедоступного уровня (2-5 м) – в среднем на 0,3-0,4 м за сезон (табл. 27). Пополнение ГВ происходило в основном из оросителей и каналов и лишь в отдельных случаях из зон лесных полос при снеготаянии.

Таблица 26

Снегораспределение в системе ЗЛН на орошаемых землях Волгоградского Заволжья [131]

Возраст ЗЛН, лет	Год исследования	Накопление влаги в снежном покрове, мм		
		в лесных полосах	на расстоянии 1Н от полосы	в центре поля
3	1976	341-345	183-231	53-71
4	1977	101-175	101-141	50-64
5	1978	83-112	83-112	8-18
6	1979	482-591	135-449	78
7	1980	130-192	114-140	35-45
9	1982	17-31	23-27	20
13	1986	205	172	71
14	1987	394-467	392-479	193-201
Среднее		236	151	67
23	1996	162	122	52-63
24	1997	83-140	71-94	36-42
26	1999	210-256	65-108	92
27	2000	325-378	126	80
Среднее		214	156	80

Таблица 27

Динамика грунтовых вод на орошаемых землях

Местоположение скважин	УГВ по годам в среднем за вегетационный период, м							
	1969	1985-1988	1992	1997	1998	1999	2000	2005
Кисловская оросительная система								
СПК "Солодушинское"	6,0	1,2-1,6	3,1	2,8-3,0	2,8-3,0	2,7-3,2	3,0-3,2	3,5
ПФ "Восток"	8,0	2,0-2,8	4,1	2,3-3,4	3,2-3,5	3,3-3,8	3,5-3,9	4,0
Заволжская оросительная система								
ОПХ "Россия"	-	5,1-5,3	4,7	4,5	4,5	4,3	4,2	3,5

В 1974-1988 гг. ГВ стабилизировались на глубине 1,2-2,0 м, в т. ч. с помощью биологического и инженерного дренажа. На орошаемом участке 2,5 тыс. га было более 70 га лесных полос и 11 скважин вертикального дренажа. Лесонасаждения в этот период имели максимальные приросты и водопотребление. Заболачивание и вторичное засоление наблюдалось лишь на отдельных участках, как правило, у магистральных каналов в микропониже-

ниях. В 1962-2005 гг. отмечается резкое сокращение поливных и оросительных норм, выводом части земель из орошаемого севооборота в богару, демонтажом инженерного дренажа, понижением УГВ, ухудшением состояния и даже гибелью ЗЛН.

На Заволжской оросительной системе изменения факторов среды происходили аналогичным образом с разницей лишь в продолжительности периодов. В результате значительно меньшие потери поливной воды. Ежегодный подъем ГВ здесь не превышал 0,1 м за 20 лет эксплуатации доступными для корневой системы древесных видов.

За годы эксплуатации орошаемых участков содержание водорастворимых солей в почве при хлоридно-сульфатном засолении повысилось на 0,3-0,5 г/л (Кисловская система). Под солонцами отмечено высокое содержание в ГВ водорастворимых солей до 9-13 г/л.

Сезонная динамика ГВ и их минерализация в зоне лесных полос отличается от таковых на прилегающих полях и определяются высокой транспирационной способностью древесных видов и значительным снегонакоплением под насаждениями. В зависимости от рядности видового состава и УГВ лесных полос с учетом зоны распространения корней в возрасте 17-20 лет способна за вегетационный период расходовать до 20 тыс. $м^3$ воды в расчете на 1 км ее протяженности, изъята из почвы и ГВ 540-770 кг, большая часть которых (более 80 %) остается в зоне ризосферы. Однако при сложившимся в лесных полосах промывном водном режиме соли регулярно вымываются в нижележащие слои почвы и в ГВ, что обеспечивает интенсивный рост и жизнедеятельности деревьев. Засоление почвы не происходит.

Исследованиями в Волгоградском Заволжье установлено, что наибольшую защитную высоту имеют лесные полосы из тополей. К 25-28-летнему возрасту их высота составляет 22-23 м, вязовые насаждения в этих условиях имеют высоту только 17-19 м.

Резкое понижения УГВ на Кисловской оросительной системе отрицательно сказалось на состоянии лесных полос, особенно тополевых, причем, чем хуже почвенно-гидрологические условия, тем ниже сохранность насаждений. Так, на участке со слабосолонцеватой каштановой почвой и УГВ 2,5-3,0 м (СПК "Солодушинское") сохранность осокоря к 28-летнему возрасту составила только 12 % [131].

В Астраханском Поволжье АЛЛ "Церковный" расположен в полупустынной зоне в Волго-Ахтубинской пойме, в ее центральной части. Поверхность выравненная, пересеченная редкими мелкими ериками, которые непродолжительно заливаются и подпитывают прилегающие почвы и грунты. Почвообразующая порода представлена аллювиальными слоистыми суглинками, а почвы – аллювиальными дерновыми малогумусными среднесуглинистыми незасоленными. Глубина ГВ 6-8 м.

ЗЛН представлены системой прямолинейных 16-31-летних и круговых 16-летних 2-3-рядных тополевых полезащитных полос.

АЛЛ "Придорожный" расположен на 3-ей надпойменной левобережной террасе Волги. Почвы бурые пустынно-степные прикаспийские легкосуглинистые глубокосолончаковые. Глубина ГВ более 10 м.

ЗЛН представлены системой 16-летних двухрядных вязовых и тополевых полезащитных лесных полос.

В 1972-1975 гг. ЗЛН закладывались из 4-5 рядов с междурядьями 2,5 м и размещением в рядах 0,7 м. Подготовка почвы проводилась по системе однолетнего черного пара со вспашкой на глубину 25-27 см и последующей безотвальной перепашкой на 35-40 см. Поливы в первые годы роста лесополос не проводились. В пойме на участках с высотой затопления 1,5-2,0 м сажали тальник и ветлу, при затоплении на 1,0-1,5 м – осокорь, ясень, дуб, шелковицу и при затоплении на 0,5-1,0 м – дуб, ясень, шелковицу, вяз. В крайних рядах для создания живой изгороди сажают

лох, гледичию, в степи – вяз приземистый.

При посадке лесных полос по границам землепользования и вдали водоградительных валов (дамб) с наружной стороны оросительных систем закладывались 4-8-рядные насаждения.

Приживаемость деревьев в лесополосах оказалась очень низкой (25 %). Гибель лесных полос достигла 73-86 %. К 2000 г. на богаре по понижениям сохранились единичные деревья, в пойме – осокоревые колки, куртины.

Последующими исследованиями установлено, что лучшими мелиоративными свойствами отличались ажурные лесополосы из пирамидальных тополей с размещением 3,0 × 1,0-1,5 м при поливе в первые 2-3 года. Оптимальной подготовкой является черный пар с перепашкой на 45-50 см и последующими уходами за почвой 3-4 года.

Таким образом, в АЛЛ "Придорожный" жесткие почвенно-гидрологические условия привели к гибели ЗЛН, тогда как в АЛЛ "Церковный" при вспашке 45 см корни деревьев в первый год роста проникают на глубину 110-120 см и достигают капиллярной каймы, на третий год ЗЛН смыкаются в рядах и междурядьях, а в 30 лет имеют среднюю высоту 29,5-31,8 м, диаметр 46-48 см и находятся в хорошем состоянии.

Под влиянием искусственного орошения в почвах засушливых областей возникают коренные изменения их первоначальных свойств (И. Н. Антипов-Каратаев, Филиппова, 1955). Характер этих изменений зависит от особенностей режима орошения под ЗЛН, а также от гидрологического режима почвенно-грунтовой толщи, ее литологического состава, рельефа местности. Большой фактический материал по этим вопросам собран по многолетним исследованиям и наблюдениям на опытных орошаемых насаждениях Аршано-Зельменского стационара лаборатории лесоведения АН СССР в Сарпинском р-не Калмыцкой АССР (Н. М. Зайцев, 1972). На поверхности почвообразующей породы в слое 0-1 м образовал-

ся делювиальный суглинистый нанос. Ниже залегает морская слоистая (песчаная, супесчаная, суглинистая) толща (1,0-3,5 м), и ниже в слое 3-6 м толща хвалынской шоколадной глины. Грунтовая вода под шоколадной глиной сильно минерализована. В солонцовом комплексе преобладают солонцы солончаковые.

Целинный участок вспахан на глубину 40-50 см в 1951 г., проведено дискование почвы. Рассоление почвы отмечено в первые годы (Зайцев Н. М., 1961). Установлено хлоридно-натриевое засоление. У вяза приземистого отмечено увеличение осмотического давления клеточного сока, сосущей силы, дефицитной влажности листьев при общей высокой их влажности. Высокая устойчивость вяза к токсическому действию хлора объясняется тем, что большая часть его ионов находится в связанном состоянии. Наиболее солеустойчивыми оказались тополь пирамидальный, яблоня лесная, ива белая, вяз приземистый (М. И. Полосина, 1972).

12. ГИДРОЛОГИЯ ПАСТБИЩЕЗАЩИТНЫХ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТОВ

Пастбищные земли распространены в сухостепной, полупустынной и пустынных зонах РФ. Важнейшая отрасль сельского хозяйства в этих зонах овцеводство, коневодство, верблюдоводство, а также разведение крупного рогатого скота. Неблагоприятный климат ограничивает возможности повышения продуктивности естественного травостоя, затрудняет условия летнего и зимнего содержания скота. Палящий зной и сухие горячие ветры рано лишают почву влаги, накопленной твердыми осадками за зиму. Талые воды впитываются в понижениях, но в большем количестве испаряются.

Основными видами защитных насаждений, создаваемых для целей животноводства, являются:

а) пастбищезащитные лесные полосы (линейные) лесонасаждения, которые создаются для регулируемого выпаса, повышения продуктивности пастбищ, улучшения микроклимата и травостоя и защиты пастбищ и животных от сильных ветров, пыльных бурь, метелей и буранов;

б) зеленые (древесные) зонты – насаждения саванного типа, которые создаются как теневые зеленые укрытия в местах дневного отдыха животных у водопоя или на пастбищах с целью защиты животных от изнурительного летнего зноя, избавления их от перегрева и сокращения потребности животных в воде;

в) прифермерские и прикошарные ЗЛН – создаются у ферм, кошар или выгульных дворов для защиты животноводческих помещений и животных от заносов снегом, песком и пылью, улуч-

шения микроклимата и санитарно-гигиенических условий в зоне обитания животных;

г) затишковые насаждения ("затишки") – лесонасаждения куртинного типа определенной конфигурации, которые создаются на пастбищах для временной защиты и укрытия животных в период неблагоприятных условий: буранов, метелей, пыльных бурь, холодных ветров и дождей или снегопадов;

д) пастбищные кормо-мелиоративные насаждения – редкостойно-кустарниковые насаждения создаются на низкоурожайных участках для повышения продуктивности пастбищ путем превращения их в травянисто-кустарниковые пастбища, где вводимые кустарники (саксаул, черкез, джузгун, терескен и др.) служат дополнительным источникам корма [2, 66].

Пастбищезащитные лесные полосы на песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почвах, подверженных дефляции, основные полосы размещают через 50-75 м, а вспомогательные – через 600-1600 м [154]. На склоновых землях (при уклоне более 2,5^{o}) лесные полосы располагают поперек склона. Чем круче склон, тем меньше расстояние между основными полосами, которое может колебаться от 50 до 150 м. вспомогательные лесные полосы на склонах не закладывают.

Расстояния между основными полосами на суглинистых и глинистых почвах на темно-каштановых почвах не превышает 300 м, на каштановых – 250, на светло-каштановых – 200, на бурых полупустынных – 100-150 м.

Лесные полосы создают из засухо- и солеустойчивых деревьев: вяз приземистый, лох узколистный, саксаул черный и кустарников: тамарикс, смородина золотая, кандым и др.

Устойчивость и долговечность лесных полос обеспечивается задержанием твердых осадков при формировании плотной конструкции древесно-кустарникового состава.

Непродуваемые лесные полосы в полупустыне способствуют

удлинению времени содержания скота на пастбище, что удешевляет себестоимость получаемой животноводческой продукции. Местами, более удобным для выпаса овец в снежные зимы, становятся, так называемые зоны выдувания с уменьшенным снежным покровом, а приопушечная часть (зона аккумуляции снега) более пригодна для ранневесеннего выпаса овец с ягнятами. Непродуваемые лесные полосы защищают скот от холодного зимнего ветра.

Зеленые (древесные) зонты – насаждения островного типа при групповом размещении древесной растительности в виде небольшой куртины площадью 0,3-1,2 га вблизи мест водопоя и дневного отдыха скота, создаваемые с целью защиты животных от прямой солнечной радиации, изнурительного летнего зноя, назойливых насекомых [65]. Их создают в 5-100 м от водоисточников, располагают в небольших понижениях лугово-каштановых, лугово-бурых малозасоленных почвах, желательно с залеганием ГВ на глубине 5-10 м. Используют древесные и кустарниковые виды, выделяющие фитонциды, обладающие инсектицидными свойствами.

Древесный зонт состоит из 8-16 микрозонтов, площадью 600-900 м^2. Они представляют собой группу деревьев (25-36), посаженных через 4-5 м на расстоянии 10-20 м друг от друга. В зонты вводят густокронные и быстрорастущие виды. Оптимальная площадь защиты животных от солнца (м^2): для овец, ягнят – 2,5-3,0; крупного рогатого скота – 10-12, телят – 4-6, птицы – 0,2-0,3.

Под посадку зонта проводят раннюю зяблевую обработку почвы на глубину 45-50 см. Ямокопателем готовят ямы глубиной 60-80 см и диаметром не менее 60 см. Саженцы высаживают той же осенью или следующей весной. При осенней посадке в ямы заливают 20-30 л воды, при весенней – 30-60 л. В первые два года проводят 1-2 полива (30-60 л).

Фермозащитные насаждения создают у ферм, кошар, откормочных площадок на расстоянии 30-50 м со стороны преоблада-

ющих вредоносных холодных ветров зимой и жарких суховейных летом. Они состоят из 3-5-рядных полос шириной 10-20 м и с расстояниями между ними 15-20 м. Высаживают саженцы быстрорастущих кустарниковых видов. Древесные виды размещают редко (через 4-5 м). Плотность насаждения достигается введением кустарников.

Затишковые насаждения высаживаются в виде Т-образной лесной полосы площадью 2-4 га, обслуживающие пастбища в радиусе 3-5 км. Размещают обычно в западине. В составе древесные и кустарниковые виды. Создают укрытия и на скотопрогонных трассах.

Пастбищные мелиоративно-кормовые насаждения создают преимущественно на пастбищах, защищенных лесными полосами. Помимо посева или подсева наиболее ценных кормовых травянистых растений немаловажное значение имеет введение в межполосные пространства ценной в кормовом отношении древесной, кустарниковой и полукустарниковой растительности, в т. ч. аборигенной: терескена, полыни, астрагала, джузгуна, тамарикса, лоха узколистного, смородины золотой, саксаула черного, черкеза, вяза приземистого и др.

В условиях Северного Прикаспия их создают в виде кулис шириной 15-25 м с межкулисными расстояниями такой же ширины. На низкоурожайных, выбитых бессистемным выпасом скота территориях пастбищные насаждения можно создавать более широкими полосами (30-40 м) с редким расположением (4 × 4 или 5 × 5 м) деревьев или кустарников. Вводят в культуру ценные кормовые травы (прутняк, житняк, камфоросма и др.)

АЛЛ Богдинского участка Богдинской НИАГЛОС расположен в Харабалинском р-не Астраханской обл. Создан в 1925 г., общая площадь 1500 га. Пастбищезащитные лесные полосы из древесных и кустарниковых видов имеют плотную конструкцию.

Полупустынная зона. Климат континентальный остроза-

сушливый. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 197 мм, среднегодовая температура воздуха 8,4 °С. Преобладают бурые полупустынные супесчаные почвы, редко солонцеватые легкосуглинистые и очень редко луговато-бурые. Продолжительно изучали влияние лесных полос на задержание и распределение снега [65]. Средняя высота снежного покрова в лесных полосах за 23 года равна 50 см, в межполосном пространстве 22 см, в открытой степи 16 см, запас снега перед снеготаянием, соответственно, 1121 мм, 456 мм и 194 мм. Относительно большая высота снега на межполосном поле и в открытой степи связаны с наличием хорошего травостоя. Пастбищезащитные лесные почвы плотной конструкции аккумулировали наибольшую часть выпадающих твердых осадков.

Задержание, распределение снежных отложений, гидрологическая роль снега в АЛЛ должны учитываться с метеорологическими условиями пастьбы скота зимой. Так, высота снега более 20 см, оледенение на поверхности или внутри слоя снега затрудняют потребление травостоя [65].

Наблюдения за промерзанием почвы в 1955-1966 гг. показали, что снег является плохим проводником тепла и препятствует промерзанию почвы, отмечена положительная роль лесной подстилки в промерзании почвы [64].

Определены запасы общей влаги в слое 0-100 см и глубина промачивания почвы по зонам межполосного поля (1-я и 2-я зоны на заветренной стороне, 3-я на наветренной и 4-я контрольная и в середине поля). В 1971-1975 гг. в среднем за 5 лет запас влаги в 1-й зоне равен 192 мм, во 2-й 138 мм, в 3-й 161 мм, 4-й 133 мм и глубина промачивания, соответственно 45, 40, 50 и 35 см [66].

Богдинский зеленый зонт создан Ф. М. Касьяновым в Степном отделении Богдинской НИАГЛОС в блюдцеобразном понижении на лугово-бурой полупустынной легкосуглинистой почве в 1958 г. Зеленый зонт периодически через 2-4 года заливается талы-

ми водами и находится под затоплением 15-25 дней. Дополнительное увлажнение, например, в 1971 г. составило 1300 $м^3$/га [65]. В микропонижениях со схемой размещения деревьев 5 × 5 запасы продуктивной влаги в слое 0-200 см в конце вегетации составили 48 мм, а при размещении 3 × 3 м его не имели. Весенние запасы влаги в слое 0-200 см в микропонижениях имели 445-573 мм. Расход продуктивной влаги за вегетационный период составил 295-300 мм. Почвогрунт в микропонижении не имеет дефицита влаги, т. е. к концу вегетационного периода в слое почвы 0-200 см имеет 50-90 мм продуктивной влаги. И только в сухом 1968 г. при размещении деревьев 5 × 5 м была на уровне влажности завядания.

Деревья на микроповышении расходуют всю доступную влагу 137-308 мм и находятся на уровне устойчивого завядания и ниже.

В чрезвычайно засушливом 1972 г. выпало 95 мм, т. е. около 40 % годовой нормы. Начальные запасы влаги в слое 0-200 см равны 251-247 мм. Общий расход составил 100-90 мм. Водное питание вяза приземистого осуществлялось за счет глубоких слоев почвогрунта [66].

Гидрологические исследования в зеленых зонтах проводил К. М. Кулигин [79] в восточных районах Ставропольского края, на Ергенинской возвышенности в Целинном р-не Калмыцкой АССР, во Владимирском и Харабалинском р-нах Астраханской обл.

Распределение атмосферных осадков весьма неравномерное. Среднемноголетняя сумма атмосферных осадков в районе Ставрополья – 663 мм, Арагира – 227 мм, на Черных землях – 170-200 мм, в Сарпинской низменности и на Ергенях – 300-400 мм.

Выбор места, площадь и конфигурация зеленого зонта обычно определяется интразональной почвенной разностью с дополнительным поверхностным увлажнением, незасоленным почвогрунтом. Таковыми являются лугово (или луговато)-каштановые (или бурые) почвы. Площадь микрозонта равна 225-600 $м^2$. Каждый

микрозонт представляет собой группу 16-36 деревьев, в которых свободно размещается на отдыхе отара овец 4-5 тыс. голов [65].

Изучены общие запасы продуктивной влаги в светло-каштановой тяжелосуглинистой почве в слое 0-300 см, расход влаги, испаряемость в теплый период, влагообеспеченность деревьев в зеленом зонту "Ануфриенко" в 1966-1970 гг. (табл. 28). Общие запасы влаги, водообеспеченность почвы весной в слое 0-300 см наибольшие при размещении деревьев в древесном зонту 3,0 × 4,5 м и равно на других вариантах. Суммарный расход влаги был наибольшим при размещении деревьев 3 × 2 м. Количество деревьев на вариантах было различным 740, 1100 и 1870 шт./га, влагообеспеченность равная (27 мм).

Аубекеров М. С. [8] изучал выращивание мелиоративно-кормовых насаждений из терескена на опытных участках "Присельский" в колхозе "Родина" и "Братки" в Харабалинском р-не Астраханской обл. В 1977-1984 гг. Среднегодовая сумма атмосферных осадков равна 217 мм, среднегодовая температура воздуха равна +8,4 ^{o}С. Средняя высота снега перед таянием равна 8 см.

На буграх Бэра формировались бурые полупустынные прикаспийские легкосуглинистые почвы. Травянистый растительный покров представлен белой и черной полынью, анабазисом безлистным, верблюжьей колючкой, эфемерами. Степень проективного покрытия 35 %. Урожай трав не превышал 3 ц/га.

Для повышения продуктивности пастбищ высаживали трехрядные кулисы терескена шириной 10-12 м с расстояниями между ними 20 и 40 м.

Изучены зоны продуктивной влаги в почве в слое 0-150 см при разных способах основной обработки почвы (табл. 29). В среднем в 1979-1981 гг. запас влаги в слое 0-150 см был наибольшим на плантажной обработке (64 мм) и наименьшим на отвальной (45 мм), осенью соответственно 33 и 25 мм.

Таблица 28

Влагообеспеченность насаждений на светло-каштановой почве в зеленом зонту "Ануфриенко" в 1966-1970 гг. [78]

Год наблюдений	Общие запасы влаги (мм) в слое почвогрунта 0-300 см									Осадки, мм	Суммарный расход влаги, мм			Испаряемость, мм, май – декабрь	Влагообеспеченность варианта, %, кол-во деревьев/га		
	3,0×4,5 м			3,0×3,0 м			3,0×2,0 м				3×4,5	3×3	3×2		740	1100	1670
	IV	IX	разница	IV	IX	разница	IV	IX	разница								
1966	655	522	133	575	445	130	486	410	76	205	338	335	281	975	35	34	29
1967	565	483	82	411	407	70	496	420	76	258	340	328	334	910	37	36	36
1968	538	472	66	424	371	53	503	389	114	89	155	142	203	1060	15	13	19
1969	537	465	72	493	434	59	508	444	64	194	266	253	258	870	31	29	30
1970	572	494	78	513	419	94	482	407	75	151	229	245	226	960	24	25	23
Среднее	573	487	86	496	415	81	495	414	81	179	266	261	280	950	28	27	27

Таблица 29

Запасы продуктивной влаги (мм) в слое 0-150 см при разных способах основной обработки бурой полупустынной почвы на участке "Братки" в 1979-1981 гг.

Год	Слой, см	Плантажная вспашка			Отвальная вспашка			Плоскорезная обработка			Целина		
		весна	лето	осень	весна	лето	осень	весна	лето	осень	весна	лето	осень
1979	0-150	65,9	28,8	23,8	45,0	17,3	13,0	56,7	26,8	13,8	38,9	13,6	11,0
1980	0-150	58,2	41,5	34,9	42,9	23,7	20,3	51,1	29,3	22,6	37,1	19,2	16,4
1981	0-150	67,8	51,9	46,9	47,0	27,4	23,9	57,5	32,0	25,2	41,2	21,2	18,1
1979-1981	0-150	63,9	39,9	33,4	45,0	22,9	24,5	55,1	29,3	20,5	39,1	18,0	15,2

13. ГИДРОЛОГИЯ ПЕСЧАНЫХ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТОВ

Пески – почвообразующие горные породы и песчаные земли распространены в агролесомелиоративном фонде РФ и являются объектами агролесомелиорации. Их характерная особенность рыхлость сложения, сыпучесть. В нашей стране по Качинскому [66] выделяют пески по диаметру гранулометрических элементов (мм): крупный (1,0-0,5), средний (0,5-0,25), мелкий (0,25-0,05). Пески по происхождению выделяют элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, водно-ледниковые, озерные, морские, эоловые, вулканические. По минералогическому составу наиболее распространены кварцевые и менее – глауконитовые, полевошпатовые, слюдистые, т. е. моно- и полиминеральные.

В песке и супесчаных почвах содержится физическая глина (< 0,01 мм), составляющая из гранулометрических элементов крупной, средней, мелкой пыли (0,05-0,001 мм) и ила (< 0,001).

При содержании физической глины (%) < 2,5 – песок называют рыхлый, 2,5-4,0 – слабосвязный, 4-7 – связный, 7-12 супесь легкая, 12-15 – средняя и 15-20 – тяжелая.

Водные свойства песков и легких почв резко отличаются от суглинистых и глинистых почв. Первые водопроницаемы, но не способны удерживать много воды и быстро отдают ее растениям. Открытые, развеваемые пески способны накапливать в себе запас пресных грунтовых вод. Н. Ф. Кулик [79] установил, что в Придонских и Приднепровских песках незаросших растительностью, 150-235 мм осадков проходят к ГВ. Под степным травостоем гравитационный сток отсутствует. В незаросших песках Прикаспий-

ской низменности к ГВ проникает 40-120 мм/год [79]. В аридной зоне осенне-зимние осадки смачивают слой 80-120 см, который используется ЗЛН в течение 2-3 месяцев.

С поверхности песков и песчаных почв вода расходуется на испарение и транспирацию растений: в лесостепной зоне – 100-150 мм, в степной – 80-140 мм, в полупустыне – 60-100 мм, в пустыне – 40-80 мм [37]. По наблюдениям Н. Ф. Кулика [79] на испарение тратится с песков голых и задерненных в степном Дону и в полупустыне Северного Прикаспия 86-112 мм, в пустынях Средней Азии – 35-80 мм/год. В холодный период пески промерзают, образуют ледяной песчаник, за счет конденсации водяных паров. В аридной зоне формируются промывной, периодически промывной и непромывной типы водного режима песков.

Пески во всех климатических зонах самые надежные накопители и хранители ГВ. По геологическим условиям залегания выделяют три типа подземных вод: верховодка, формирующаяся весной и к осени иссякаемая; пластовые ГВ, которые в основном имеют водоупор, выклиниваются, снижают свой уровень к осени и в засушливые годы; артезианские воды – на водоупорах, напорные, самоизливающиеся.

Большой интерес представляет оптимальная и критическая глубина ГВ для растений с учетом особенностей их экологии.

А. А. Молчанов [95] приходит к выводу, что для сосны на песках критической следует считать глубину ГВ 3,0-3,3 м.

Согласно Н. Ф. Кулику [79], потребление ГВ лиственными породами (псевдоакация, дуб, тополь и др.) на песках юго-востока прослеживается до глубины 8-12 м, а сосной австрийской – до 5-6 м. Однако, при любой глубине ГВ транспирационный расход лиственных насаждений не превышает 450-490 мм, а древостоев сосны ограничивается 230-360 мм. Такие же примерно величины (340-350 мм) получены Н. А. Воронковым [35] на среднем Дону. Из них 180 мм расходуются за счет летних осадков,

140 мм – из запасов ГВ, 55 мм – из запасов почвенной влаги [37].

При оптимальной глубине залегания доступность ГВ для древесных растений определяется степенью их минерализации. Пресные и слабоминерализованные (менее 3 г/л) ГВ используются всеми видами растений. Однако при использовании слабоминерализованных ГВ при застойном их типе может наблюдаться засоление капиллярной каймы (денсация). При использовании среднеминерализованных ГВ идет интенсивное накопление солей в капиллярной кайме, а минерализация ГВ повышается до 12-16 г/л [105].

Одним из наиболее устойчивых растений к минерализации ГВ является черный саксаул. Но при увеличении минерализации ГВ до 7-8 г/л его древостой изреживается, а при 12-14 г/л начинается массовое отмирание черного саксаула. Пески задерненные теряют влагу на физическое испарение меньше, чем пески голые, поскольку растения притеняют почву, снижают на 10-30 % температуру песка и скорость ветра.

Лесные насаждения еще больше, чем травяной покров, снижают испарение. Но так как в лесу значительная часть осадков тратится на смачивание стволов, сучьев, листьев (хвои), лесной подстилки, то общая сумма испарения в лесу может оказаться большей, чем с открытых песков. Так, под лесными культурами на степном Дону испарение составило 212-168 мм, а в Прикаспийской пустыне – 156-105 мм [79]. В засушливые годы испарение под лесными насаждениями превышало количество осадков вегетационного периода. Поэтому в песках жарких пустынь Прикаспия деревья и кустарники существуют в основном за счет влаги, накопленной в холодную половину года. Посадки лиственницы и хвойных видов здесь могут выжить лишь при дополнительном увлажнении при близких ГВ или искусственном поливе.

Оптимальная влагообеспеченность для большинства плодовых и ягодных культур на песчаных землях степной зоны создается при глубине ГВ 120-150 см, на супесчаных – 550-400 см, т. е.

равной двойной мощности капиллярной каймы. ГВ не доступны для винограда и ягодников глубже 2 м, абрикоса, сливы, вишни от 3 м, яблони и груши 4 м на песчаных почвах и соответственно от 3 до 6 м на супесчаных почвах (Ващенко, 1981).

В лесной и лесостепной зонах, где водный режим песчаных почв всегда промывной, положительное влияние на мощность корнеобитаемого слоя оказывает наличие в песках с глубоким 0,7-1,5 м ортзандов, суглинистых прослоев и подстилающих водоупорных пород, над которыми весной зависнет просачивающаяся вода, формируя один или несколько слоев верховодки. Но в сухостепной зоне и тем более полупустыне, где весенней талой воды для глубокого промачивания почв не хватает, иллювиальные плотные горизонты почв, суглинистые прослои и ортзанды сильно высыхают от корневой десукции, цементируются и становятся препятствием для проникновения корней вглубь. При этом ухудшается рост деревьев и в редко засушливые годы они могут усохнуть [37].

Изучены особенности водного баланса под молодыми сосновыми культурами в Чирском песчаном массиве [123]. Количество атмосферных осадков летнего периода в 1971-1972 гг. равно 123 мм. Испарение воды в обрабатываемой ленте составило 83 мм, в травяном буфере 69 мм. Определены количество оттока воды из почвы в слое 0-100 см в ГВ, десукции влаги 2-3-летними культурами сосны и травянистой растительностью.

Своеобразный водный режим почвы в АЛЛ Северного Кавказа, где преобладают жидкие атмосферные осадки и в ЗЛН не происходит дополнительного увлажнения. Повышенное количество жидких осадков в этом регионе обеспечивает глубокое промачивание почвогрунта под сельскохозяйственными культурами, травянистыми ценозами, особенно на легких почвах и формирование промывного водного режима почвы. Под ЗЛН наблюдается глубокое продолжительное иссушение почвы и формируется десуктивный тип водного режима. Имеются данные о конденса-

ции транспирационного и адвективного паров воды в почвогрунтах региона и формировании таким образом ГВ [117]. Однако необходимо уточнение объемов конденсации влаги.

Недостаточная водообеспеченность и слабая жизнеспособность ЗЛН отмечается в предгорной полупустыне [22].

В Терско-Кумском междуречье, где расположен Бажиганский песчаный массив, запасы подземных вод исчисляются несколькими десятками кубических километров. Пресные напорные (артезианские) подземные воды уже используются для орошения озеленительных посадок, лесных питомников, приусадебных участков. Проведены опыты по использованию минерализованных грунтовых вод для орошения люцерны [106].

В лесных культурах на песках аридной зоны чаще всего применяются сосна, робиния, вяз, саксаул черный, лох и кустарники – скумпия, смородина золотая, джузгун, черкез и др.

На барханных и бугристых слабозаросших песках создают кулисные, колковые и кольцевые противодефляционные насаждения вокруг ферм, кошар. Ширина кулис 50 м, межкулисных пространств 100-150 м. Древесные культуры могут использовать ГВ на многофазовых песках с глубины 8-10 м, на однофазных кварцевых – до 3-5 м [79].Солесодержание в ГВ для тополей не должно превышать 3-4 г/л, для робинии 8-12 г/л, вяза приземистого 12-14 г/л, а для дуба черешчатого 8-12 г/л.

В ЗЛН на песках аридной зоны чрезвычайно важны рубки ухода. В лиственных насаждениях, особенно тополевых, на подвижных песках необходимо проводить рубки ухода с возраста 3-4 года, сокращая к 10-12 годам число деревьев до 300-500 на 1 га, число робинии должно быть доведено до 700-800. Интенсивность рубок ухода уменьшается при наличии пресных грунтовых вод. Рубки ухода целесообразно проводить после сырых влажных лет [54].

Тесная зависимость роста и состояния сосны от водного режима песков установлена Н. Ф. Куликом [79], Н. С. Зюзем [54],

В. И. Петровым [105], А. С. Манаенковым [87].

Лесоаграрное освоение песчаных земель развивается в пониженных местоположениях с повышенным УГВ. Так, на песках Приднестровья в понижениях с высоким УГВ (1,5-3,0 м) развито виноградарство и садоводство [33].

Чирские пески расположены на площади 52 тыс. га. На Чирских песках в Обливском опорном пункте ВНИАЛМИ создана сеть полезащитных лесных полос. На равнинной территории наиболее удобными для обработки почвы являются поля размером 1000 × 1000 и 100 × 500 м. Но при этих расстояниях полосы не выполняют своего ветрозащитного назначения. При сильных ветрах на расстоянии 200-500 м от опушки с заветренной стороны наблюдается выдувание ветром почвы и занос всходов песком [55]. Наиболее приемлемыми расстояниями при размещении лесных полос являются 250 × 1000 м. Ширина полос рекомендуется 20 м. более узкие полосы быстро изреживаются и зарастают травянистой растительностью, а более широкие понижают коэффициент хозяйственного использования земель. При создании полезащитных лесных полос предложены схемы смешения древесных пород и кустарников: сосна обыкновенная, карагана, шелюга, дуб летний, аморфа.

Снежный покров распределяется на межполосных полях равномерно, а его мощность небольшая 10-30 см. После метелистой зимы 1970-1971 гг. в системе лесных полос высота снежных отложений равна 10-22 см, в открытом поле 7 см. Запас воды в снеге в лесных полосах достигал 22-235 мм, в одиночных лесных полосах 486 мм [127].

Промачивание талых вод и ливневых осадков глубокое. Водоупоры не отмечаются и ГВ не формируются. Вместе с тем в понижениях отмечаются мочажины. Вероятно, что атмосферные жидкие осадки выклиниваются горизонтальным стоком на иловатых древнеаллювиальных отложениях, разгружаются в русле р. Чир и отдельных заболоченных понижениях.

В общей цели хозяйственного использования песков почвозащитные кормовые севообороты занимают значительное место. Так, на Нижнем Днепре под почвозащитные севообороты отводятся влагоемкие черноземовидные легкие почвы приаренных озерно-дельтовых равнин, на Дону – высокая (третья) терраса луговато-черноземных и луговато-каштановых почв, на Терско-Кумских песках – участки озерно-аллювиальных равнин, межгрядовых понижений, в Западной Сибири – озерно-аллювиальных равнин. Основой почвозащитных 6-9-польных кормовых севооборотов на песках являются многолетние травы (50-70 % полей). Для бахчевых полей яровых культур отводится не более 10-20 % площади. Наиболее приспособленными к произрастанию на песчаных землях засушливой степи являются следующие многолетние травы: люцерна синегибридная и желтая, эспарцет, донник желтый и каспийский, житняк сибирский, сорго, райграс, прутняк, суданская трава. В полупустынной зоне ассортимент многолетних трав меньше – житняк сибирский и пустынный, волоснец, люцерна песчаная, суданская трава [55, 79].

В процессе аграрного природопользования в аридных регионах возникла проблема повышения дейтеризации природных и антропогенных вод (Кулик Н. Ф. и др., 2001). Решение этой проблемы авторы ведут лесофитоаграрной биологизации бассейновых ландшафтов. По их расчетам это снизит дейтеризацию природных вод в 1,3-2,0 раза, на 90-190 мм повысит влагообеспеченность почв и растений за счет сокращения непроизводительных потерь природных вод преимущественно легкого натриевого состава, наиболее полезных для всего живого.

14. ГИДРОЛОГИЯ ОСУШЕННЫХ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТОВ

Интенсивное использование осушенных торфяно-болотных почв требует применения особых агротехнических приемов обработки. Органогенный субстрат измельчается, иссушается, сечка подвергается воздействию ветра, особенно весной и осенью. Лесомелиоративные мероприятия рекомендуется проводить на крупных мелкозалежных массивах хорошо осушенных земель с чередованием торфяных и минеральных почв с плоским рельефом. Оптимальной конструкцией на этих землях является 3-5-рядная продуваемая полоса. На площадях с открытой осушительной сетью полосы (через 500-600 м) создают вдоль каналов, на массивах с закрытым дренажем (двустороннее впадение дрен в коллекторы) – посредине между вершинами дренажных труб. Лесные полосы вдоль водоприемников и магистральных каналов размещают в 4-6 м от береговой дороги с оставлением резерва для выброса пульпы; вдоль полевой стороны полосы устраивают водоотводящую канаву. Сопутствующие песчаные бугры отводят под лесом и кустарниками.

Л. С. Застенский [50] рекомендует создавать полезащитные лесные полосы на осушенных торфяниках посадкой древесных пород на специально устраиваемых повышениях с покрытием поверхности минеральным грунтом.

15. ГИДРОЛОГИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Климатическая и гидрологическая роль лесов изучена довольно полно [35 и др.]. Г. Н. Высоцкий [36] впервые дал зональное распределение ГВ, указал на гидрологическое и лесомелиоративное влияние лесов ("леса сушат равнины и увлажняют горы"). В последующих работах он обращал внимание на увлажнительную роль узкополосных лесонасаждений. Организованные им исследования в Тингутинской даче, в Велико-Анадольском лесу, продолжены А. Н. Миховичем, А. Н. Макаренко [93 и др.].

Гидрологические функции лесов разнообразны и специфичны в их положительном влиянии на лесо- и землепользование, охрану окружающей среды. Н. А. Воронков [35] выделяет семь категорий лесов по главнейшим гидрологическим функциям водоохранности и водорегулирования: стокоувеличивающие, конденсационные, инфильтразионные, десукционные. Руководствуясь схемой соподчиненности составляющих водоохранно-защитных функций лесов, можно усилить акценты исследований агролесомелиоративных комплексов в безлесных ландшафтах. Так, на основе оценки десукции лесных культур показана возможность создания ЗЛН с неистощительным гидрологическим режимом на лугово-каштановых почвах обусловленным расходом лишь той части воды, которая обычно теряется на подземный сток [36].

Естественные лесные ландшафты нередко занимают большие площади в АЛЛ степных, сухостепных, полупустынных зонах РФ. Характеристика естественных лесов Нижнего Поволжья, классификация, морфология и свойства лесных почв представле-

ны нами [74]. В природных ландшафтах произрастают различные типы лесов: нагорные, байрачные, пойменные, колковые семенного и порослевого происхождения. Нагорные леса расположены на вогнутых слабосточных водоразделах, в лощинах склонов водоразделов, берегах рек, на верхней части оврагов и балок, байрачные – на днище оврагов и балок, пойменные – в пойме и дельте рек, колковые – на песчаных долинах рек.

Названия лесных почв не приведены в действующей классификации почв СССР 1977 г. и обсуждаемой классификации почв России 2004 г. И. Н. Болышев (1962), С. А. Владыченский (1954), Э. А. Корнблюм, Ф. И. Козловский (1964) предложили в Волго-Ахтубинской пойме выделить аллювиальные луговолесные почвы.

Гидрология естественных лесных ландшафтов мало изучена, водообеспеченность высокая, вследствие дополнительного увлажнения поверхностными и внутригрунтовыми стоками, длительного подтопления и затопления на днищах балок, в пойме, дельте рек, в колках. Быстрое впитывание и глубокое промачивание грунтов атмосферными осадками происходит и вследствие широкого распространения песчаных или трещиноватых горных пород: мел, мергель, опока, песчаник и др. Лесные почвы характеризуются промывным типом водного режима. УГВ под нагорными лесами повышенный (4-6 м), под байрачными и колковыми лесами равен 2-4 м, под пойменными лесами и ольшаниками – 1-3 м.

Нами изучен водный режим почвы байрачной дубравы в балке Григорова в Советском р-не г. Волгограда, расположенной в полупустынной зоне [76]. Возраст лесообразующего вида дуба черешчатого равен 200 лет, средняя высота 26 м. Сопутствующий вид клен полевой, кустарник крушина, бересклет, аморфа, тёрн.

Наблюдения проводили на четырех экотопах, расположенных в лощине верховья балки, примыкающей к песчаному массиву, на склонах южной и северной экспозиций с уклонами 3 и 5° и

на днище балки. Почвообразующими породами в лощине верховья балки являются кварцевые супеси, на склонах делювиальные коричневато-белесые легкие и средние суглинки и на днище намытые слоистые песчаные и суглинистые отложения.

Годы исследований (2008 и 2010) были многоводными, годовая сумма атмосферных осадков составила соответственно 427 и 336 мм (табл. 30). Зимы 2007/08 и 2009/10 гг. были многоснежными. Высота снежного покрова перед снеготаянием достигала 100-120 см, запас воды в снеге 278-330 мм. 2009 г. был маловодным, а предшествующая зима (2008/09) была малоснежной с продолжительными оттепелями. Вегетационный период 2008 г. был относительно влажным, 2009 г. засушливым, а 2010 г. острозасушливым. В годы исследований отмечалась тенденция увеличения среднегодовой температуры воздуха.

Таблица 30

Гидротермические показатели по метеостанции г. Волгограда

Год	Месяц												Сумма
	I	II	III	IV	VI	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Атмосферные осадки, мм													
2008	21,0	13,0	54,0	10,0	105,0	11,0	80,0	15,0	23,0	24,6	26,0	44,0	426,6
2009	18,0	22,0	67,0	5,0	53,0	5,0	32,0	73,0	11,0	27,7	21,2	50,8	365,7
2010	46,4	34,2	36,9	32,2	82,2	3,2	26,6	1,1	22,8	15,6	18,0	16,4	335,6
1961-2010	37,0	30,0	28,0	27,0	36,0	41,0	34,0	32,0	28,0	30,0	28,0	46,0	406,0
Температура воздуха, град.													
2008	-10,9	-6,0	4,7	11,3	15,7	19,6	23,4	24,1	15,0	9,0	1,2	5,0	9,3
2009	-7,5	-4,3	1,0	7,4	15,1	23,2	25,9	19,2	16,9	11,2	2,5	-5,2	8,8
2010	-10,0	-7,5	-0,6	6,3	19,2	26,5	29,3	28,5	18,6	10,4	4,0	5,6	10,9
1961-2010	-7,1	-6,6	-0,7	9,7	16,6	21,1	23,7	22,3	16,1	8,0	0,9	4,5	8,3

Экотопы балки Григорова имеют различные водно-физические свойства почв (табл. 31). Гранулометрический состав почвы лощины верховье балки преимущественно песчаный и супесчаный, на склонах балки легкосуглинистый. Распределение гранулометрических элементов по профилю почвы относительно однородное. В

Таблица 31

Водно-физические свойства в экотопах байрачной дубравы в балке Григорова

Экотоп	Слой, см	Гранулометрический состав (сумма частиц < 0,01 мм), %	Плотность сложения г/см^3	Максимальная гигроскопическая влажность		Влажность завядания растений		Предельная полевая влагоемкость		Диапазон активной влаги, мм
				%	мм	%	мм	%	мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лощина в верховье балки	0-10	22	1,45	2,2	3,2	3,1	4,5	19,0	28	23
	10-30	20	1,50	2,0	4,3	2,8	6,0	13,5	41	35
	30-50	10	1,65	1,2	4,0	1,7	5,6	9,0	30	24
	50-75	10	1,65	1,2	5,0	1,7	7,0	7,5	31	24
	75-100	10	1,65	1,2	5,0	1,7	7,0	7,0	29	22
	100-125	15	1,55	1,8	7,0	2,5	9,8	6,5	26	20
	125-150	15	1,55	1,8	7,0	2,5	9,8	6,0	23	17
	150-175	10	1,65	1,2	5,0	1,7	7,0	6,0	25	18
	175-200	10	1,65	1,2	5,0	1,7	7,0	6,0	25	18
Склон южной экспозиции	0-10	27	1,40	2,8	3,9	3,9	5,5	28,0	39	33
	10-30	22	1,45	2,2	6,4	3,1	9,0	22,0	64	55
	30-50	23	1,46	2,3	8,4	3,2	11,8	20,5	60	48
	50-75	23	1,46	2,3	8,4	3,2	11,8	18,5	67	55
	75-100	23	1,46	2,3	8,4	3,2	11,8	17,0	62	50
	100-125	23	1,46	2,3	8,4	3,2	11,8	17,0	62	50
	125-150	23	1,46	2,3	8,4	3,2	11,8	15,3	56	44
	150-175	22	1,45	2,2	8,0	3,1	11,2	14,0	51	39
	175-200	22	1,45	2,2	8,0	3,1	11,2	11,0	40	28

Продолжение табл. 31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Склон северной экспозиции	0-10	33	1,25	3,5	4,4	4,9	6,2	26,0	33	27
	10-30	30	1,30	3,0	7,8	4,2	10,9	25,0	65	54
	30-50	27	1,40	2,8	7,8	3,9	10,9	20,0	56	45
	50-75	25	1,35	2,6	8,8	3,6	12,3	19,5	66	54
	75-100	25	1,35	2,6	8,8	3,6	12,3	16,4	55	43
	100-125	22	1,45	2,2	8,0	3,1	11,2	16,0	58	47
	125-150	22	1,45	2,2	8,0	3,1	11,2	15,0	54	43
	150-175	20	1,50	2,0	7,5	2,8	10,5	14,5	54	43
	175-200	20	1,50	2,0	7,5	2,8	10,5	13,0	49	38
Днище балки	0-10	35	1,00	4,0	5,0	5,6	7,0	26,5	33	26
	10-30	23	1,00	2,3	6,7	3,2	9,4	26,0	76	67
	30-50	23	1,00	2,3	6,7	3,2	9,4	25,0	73	64
	50-75	24	1,00	2,4	8,4	3,4	11,8	25,0	68	56
	75-100	25	1,00	2,6	8,8	3,6	12,3	16,5	56	44
	100-125	25	1,00	2,6	8,8	3,6	12,3	15,0	51	39
	125-150	25	1,00	2,6	8,8	3,6	12,3	14,0	47	35
	150-175	30	1,00	3,3	10,7	4,6	15,0	13,5	44	29
	175-200	30	1,00	3,3	10,7	4,6	15,0	13,5	44	29

аккумулятивном горизонте А в слое 0-10 см отмечается утяжеление гранулометрического состава за счет органических коллоидов. Гранулометрический состав почвы в гор. А среднесуглинистый, а ниже по профилю супесчаный и легкосуглинистый, наблюдается чередование маломощных слоев песка, супеси и суглинков. В слое 100-120 см преобладают легкие суглинки.

Вследствие большого содержания песчаных гранулометрических элементов плотность сложения почвы и ее твердой фазы относительно большая и только в слое 0-10 см незначительная. Общая порозность почвы во всех экотопах повышенная. Из-за легкого гранулометрического состава почвы максимальная гигроскопическая влажность, а следовательно, и расчетная влажность завядания растений при коэффициенте 1,4 довольно малы. При большой водопроницаемости исследуемых лесных почв их предельная полевая влагоемкость (ППВ) ограниченная: в почве лощины в верховье балки в слое 0-200 см 258 мм, на склонах балки 490-501 мм, на днище 492 мм. Диапазон активной влаги равен соответственно 201, 394-402 и 389 мм.

Влажность почвы определяли в начале (апрель) и конце (октябрь) вегетационного периода по краткосрочной 3-летней программе. Наблюдения проводили лишь в верхнем активном во влагообороте слое 0-200 см. Во всех экотопах балки Григорова происходило сквозное промачивание почвы в этом слое (табл. 32) даже после малоснежной зимы 2008/09 г. Влажность почвы весной приближалась к показателям ППВ и наибольшей была в верхних слоях, постепенно уменьшаясь вниз по профилю. К концу вегетационного периода она снижалась, причем в верхних слоях в большей степени.

Запасы общей влаги в слое почвы 0-200 см весной в 2008-2010 гг. в лощине верховья балки в среднем равны 214 мм, на склонах южной экспозиции 354 мм, северной 393 и на днище балки 387 мм (табл. 33).

Таблица 32

Динамика влажности в балке Григорова

Экотоп	Глубина, см	Влажность почвы											
		2008 г.				2009 г.				2010 г.			
		весна		осень		весна		осень		весна		осень	
		%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лощина в верховье балки	0-10	16,4	24	4,9	7	10,6	15	5,4	8	18,2	26	5,4	8
	10-30	13,3	70	4,5	14	8,4	25	5,1	15	12,1	36	4,5	7
	30-50	8,4	28	1,7	6	3,4	14	1,6	5	8,5	28	0,8	3
	50-75	7,0	29	2,0	8	5,4	22	1,9	8	6,6	27	0,8	4
	75-100	6,2	26	2,2	9	6,6	27	2,3	9	5,3	22	0,8	4
	100-125	6,0	23	2,6	10	5,5	25	2,4	9	5,1	20	0,6	2
	125-150	5,7	22	2,7	7	5,2	20	2,3	9	4,8	19	0,6	2
	150-175	5,5	23	2,5	10	4,9	20	2,2	9	4,5	19	0,6	2
	175-200	5,3	22	2,8	12	4,7	19	2,6	11	5,2	21	0,7	3
Склон южной экспозиции	0-10	27,4	38	12,6	18	21,8	31	4,5	6	25,8	36	2,2	3
	10-30	17,3	50	9,9	29	17,0	49	8,7	25	20,6	60	4,3	13
	30-50	16,2	47	9,0	26	16,2	47	9,2	27	18,5	54	3,0	9
	50-75	12,6	46	8,6	31	15,5	57	8,1	30	18,1	66	2,7	8
	75-100	12,2	45	8,0	29	13,7	49	8,9	32	16,5	60	2,2	8
	100-125	9,3	34	9,4	34	8,5	31	7,9	29	17,0	62	2,6	9
	125-150	8,4	31	7,2	26	6,7	34	6,5	23	14,1	51	2,2	7
	150-175	7,5	27	7,0	25	7,2	25	7,1	24	13,4	47	2,3	7
	175-200	7,5	27	6,8	25	6,7	25	6,5	24	10,2	37	2,0	6

Продолжение табл. 32

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Склон северной экспозиции	0-10	22,4	28	7,5	9	25,3	32	12,2	15	22,9	29	6,1	7
	10-30	21,4	56	12,2	32	21,9	57	10,4	27	25,0	65	5,2	13
	30-50	14,9	42	9,5	27	18,1	51	8,0	22	19,0	53	4,0	11
	50-75	11,9	40	6,9	23	12,3	42	6,3	21	19,1	64	2,1	7
	75-100	9,9	33	7,5	25	7,1	24	5,7	19	15,8	53	1,8	6
	100-125	7,3	26	7,0	25	7,0	25	6,6	24	14,9	54	2.2	7
	125-150	7,1	26	6,4	23	6,9	25	6,2	22	14,1	51	2,0	6
	150-175	6,9	26	6,5	24	6,7	25	6,3	24	12,3	46	2,0	6
	175-200	7,0	26	6,2	23	6,5	24	6,0	23	10,4	39	1,6	5
Днище балки	0-10	25,9	32	4,8	6	18,5	23	6,8	9	16,7	21	3,4	5
	10-30	26,3	77	3,6	11	10,1	29	4,9	14	15,7	46	2,5	7
	30-50	24,7	72	11,0	32	17,4	51	5,6	16	12,7	37	1,5	5
	50-75	29,4	103	11,0	39	10,1	35	4,6	16	9,9	35	1,4	4
	75-100	16,3	55	3,3	11	6,2	21	4,5	15	11,6	39	1,4	3
	100-125	14,5	49	4,3	15	5,6	19	4,8	16	13,8	47	1,2	4
	125-150	12,4	42	4,3	15	6,0	20	5,1	17	13,1	44	1,2	4
	150-175	13,0	42	6,0	20	6,4	21	5,4	18	13,2	43	1,2	4
	175-200	12,7	33	6,2	21	6,7	22	5,8	19	13,4	44	1,2	4

Таблица 33

Динамика запасов общей (о) и продуктивной (п) влаги в почве экотопов байрачной дубравы

Экотоп	Слой, см	Запас влаги в почве, мм															
		2008 г.				2009 г.				2010 г.				2008-2010 гг.			
		весна		осень		весна		осень		весна		осень		весна		осень	
		о	п	о	п	о	п	о	п	о	п	о	п	о	п	о	п
Лощина в верховье балки	0-50	92	75	27	10	54	37	28	11	90	73	18	2	79	62	24	7
	50-100	55	41	17	3	49	35	17	3	49	35	8	0	51	37	14	2
	100-150	45	25	17	0	45	25	18	6	39	19	4	0	43	23	13	2
	150-200	45	31	22	8	39	25	20	3	40	26	5	0	41	27	16	4
	0-200	237	172	83	22	187	122	83	23	218	153	35	2	214	149	67	15
Склон южной экспозиции	0-50	135	108	73	46	127	100	58	31	150	123	25	0	137	110	52	26
	50-100	91	67	60	36	106	82	62	38	126	102	16	0	108	84	46	25
	100-150	65	41	60	36	65	41	62	38	113	89	16	0	81	57	46	25
	150-200	54	32	50	28	50	28	48	26	98	76	13	0	67	45	37	18
	0-200	345	248	243	146	348	251	230	133	487	390	86	0	393	296	187	94
Склон северной экспозиции	0-50	126	98	68	40	140	118	64	36	147	119	31	4	138	112	54	27
	50-100	73	49	48	24	66	42	40	16	117	93	13	0	85	61	34	13
	100-150	52	50	48	26	50	28	46	24	105	83	13	0	69	47	36	17
	150-200	52	31	47	26	49	28	47	26	85	64	11	0	186	41	35	17
	0-200	303	208	211	116	305	216	197	102	454	359	68	4	354	261	159	74
Днище балки	0-50	181	155	49	23	103	77	39	13	164	138	17	0	149	123	35	12
	50-100	158	134	50	26	56	32	31	7	74	50	7	0	96	72	29	11
	100-150	91	67	30	6	39	15	33	9	91	67	8	0	74	50	24	5
	150-200	75	48	41	14	43	16	37	10	87	60	8	0	68	41	29	8
	0-200	505	404	170	69	241	140	140	39	416	315	40	0	387	286	117	36

Для расчета баланса влаги в почве и водопотребления растений особенно показательны запасы продуктивной влаги за вычетом запасов недоступной "мертвой" влаги, ниже уровня завядания растений. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-200 см в среднем в 2008-2010 гг. в лощине верховья балки весной равны 149 мм, на склоне южной экспозиции 261 мм и на днище балки 387 мм (см. табл. 33). Расход влаги в почве на отток, потребление растениями, испарение с поверхности за вегетационный период составил соответственно 134, 202, 187 и 351 мм. Влагооборот наибольшим был в почве на днище балки и наименьшим в лощине в ее верховье.

Таким образом, на примере исследований байрачной дубравы полупустынной зоны показано, что изучение водного режима лесных почв Нижнего Поволжья актуально для познания их генезиса и плодородия, повышения продуктивности лесного ценоза. Все биотопы байрачных лесов характеризуются своеобразием водного режима почв. В лощине балки и на днище формируется промывной тип водного режима почвы, а на склонах после малоснежных зим периодически промывной. Учет запасов общей и продуктивной влаги в почве позволит регулировать водообеспеченность древесной растительности лесоводственными мероприятиями. Анализ водного режима почв обосновывает необходимость продолжения исследований, расчета круговорота и баланса воды во всем корнеобитаемом слое (0-5 м) и на всех элементах агролесоландшафта, а также в малоизученных нагорных, пойменных и колковых лесах.

16. ГИДРОЛОГИЯ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТОВ НА ОТВАЛАХ ГОРНЫХ ПОРОД

В нашей стране в горных и степных местоположениях проводится открытая добыча разных пород. Курская магнитная аномалия – самый большой (40 тыс. га) и богатый железорудный бассейн мира. Искусственные геосистемы, сформированные вскрышными горными породами крайней неустойчивостью, представляют облик техногенных пустошей. Их восстановление является одной из актуальных проблем современности. Само восстановление фитоценозов длительно. Одним из важнейших способов предотвращения вредного экологического воздействия горнорудного производства на природу, защита отвалов от эрозии и дефляции является проведение биологической рекультивации. Ее основными приемами являются в понижениях залужение, а на крутосклонах облесение. Выращивание растений обязывает изучение свойств, токсичности горных пород: засоленности, солонцеватости, щелочности, кислотности. Каменистость, гранулометрический состав почвообразующих пород обеспечивает их влагопроницаемость, влагоемкость, рассоление, водообеспеченность растений. Антропогенное почвообразование обеспечивается подбором материнских пород, их мелиорацией, защитой от эрозии, дефляции, агротехническими мероприятиями: размещением валов и канав, субстратов гидротвала, учета орографических особенностей и влагонакопления в них.

Вопросы по изучению и практическому решению проблемы лесной рекультивации описаны в работах И. В. Трещевского, 1981, Я. В. Панкова,1996, Э. И. Трещевской, 2013.

Биогеоценозы, образующиеся на субстратах, слагающих отвалы, способствуют изменению их свойств и формированию примитивных почв, эмбриоземов (О. И. Глебова, 2008 и др.).

Сосна обыкновенная является основной породой, пригодной для биологической рекультивации (Э. И. Трещевская, 2013). Она растет не только на покровных суглинках, но и на бедных промытых песках, песчано-меловых и мело-мергельных смесях.

Повышение влажности субстрата в отвалах может быть достигнуто путем увеличения мощности плодородного слоя, нанесения на его поверхность мульчирующего слоя – песка или песчано-меловой смеси. При этом предотвращается потеря влаги, повышается водопоглощение, ликвидируется поверхностный сток. Предложено создавать смешанные культуры, сосна с участием почвообразующих древесных пород (робиния псевдоакация, лох, облепиха и др.).

17. ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ НА ГОДОВОЙ СТОК РЕК

В связи с антропогенным преобразованием степных аграрных ландшафтов в лесоаграрные особенно остро стоит проблема изменения водного режима почв и состояния водных ресурсов, водного баланса территорий для обеспечения водой различных отраслей и производств и населения.

В настоящее время проведено много исследований о влиянии агролесомелиорации на сток рек. Их материалы весьма противоречивы. М. Н. Львович (1969), И. А. Кузник (1962), Г. В. Назаров (1966) считают уменьшение стока значительным (15-20%), а А. И. Чеботарев и С. Н. Харченко (1962) и др. считают уменьшение несущественным (5-15%), а А. В. Рахманов (10730, Г. Р. Юнусов (1965), А. П. Бочков (1965), А. А. Молчанов (1960) утверждают об увеличении стока.

Основательные и продолжительные исследования провел В. Е. Водогрецкий [35]. Доказано, что влияние лесных полос на сток увеличивается с увеличением облесенности водосбора. Наибольшее влияние оказывают лесные полосы, расположенные поперек склонов с уклоном до 20-30 % и глубиной до уровня грунтовых вод менее 10 м. Лесные полосы увеличивают сток рек и, наоборот, уменьшают сток лесные полосы, расположенные на водосборе. Уменьшение стока рек под влиянием лесных полос происходит в приводораздельной зоне водосборов на участках с глубиной залегания грунтовых вод более 10 м.

В лесостепной и северной части степной зон при облесенности водосборов лесными полосами (до 6 %) изменение (увеличе-

ние) в речном стоке невелико: от 0,5 % в приводораздельной зоне или на склонах с уклонами менее 20 % до 1,5-5,0 % на водосборах с уклонами склонов 20-30 %. На водосборах с уклонами склонов более 30 % речной сток уменьшается до 3 %. Наименьшее уменьшение стока отмечается на водосборах с расположением лесных полос вдоль и поперек склонов с уклонами более 30-50 % и при глубине залегания грунтовых вод более 10 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретические и практические проблемы улучшения гидрологии степных ландшафтов России актуальны. В. В. Докучаев иссушение наших степей видел 100 лет назад. Он связывал это с вырубкой лесов, распашкой целинных земель, перевыпасом скота, неумеренным варварским землепользованием и, вероятно, иссушением климата и, как следствие, жестоким голодом. Великий ученый предложил и создавал зеленые оазисы, АЛЛ, призывал к гармонии угодий в ландшафте: пашни, луга, леса и воды.

В агросфере России на начало 1994 г. имелось 2750 тыс. ЗЛН, а по расчетам надо иметь 14 млн га [1].

В настоящей работе показана трансформация природных ландшафтов в агроландшафты, а затем и в агролесоландшафты, водообеспеченность их по природным зонам. Ветроломная функция ЗЛН в АЛЛ является определяющей в задержании и распределении твердых осадков, в замерзании и оттаивании почвы, стоке талых вод. Изучены режим и баланс воды в почве, формирование антропогенных грунтовых вод в АЛЛ. Отмечены особенности гидрологии в богарных, эродированных, орошаемых, осушенных, пастбищных, песчаных АЛЛ, а также в естественных лесных байрачных ландшафтах.

Таким образом, защитное лесоразведение, ЗЛН улучшают гидрологию агроландшафта, повышают водообеспеченность, плодородие агролесоземов, экологию окружающей природной среды, условий жизни человека, домашних животных, а в целом, повышает продуктивность ландшафта.

Полученные материалы могут быть использованы в мониторинговых исследованиях XXI в.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агролесомелиоративная наука в XX в. / А. И. Каштанов [и др.]. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2001. – 336 с.

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

3. Алифанова Т. И. Внутрипочвенный сток на полях Заволжья, защищенных лесными полосами // Почвоведение. – 1965. – № 9. – С. 63-71.

4. Алифанова Т. И. О водорегулирущей роли защитных насаждений // Лесное хозяйство. – 1965. – № 5. – С. 21-24.

5. Альбенский А. В. Сельское хозяйство и защитное лесоразведение. – М.: Колос, 1971. – 279 с.

6. Арманд Д. Л. Физико-географические основы проектирования сети полезащитных лесных полос. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 368 с.

7. Аубекеров М. С. Выращивание мелиоративно-кормовых насаждений из терескена на деградированных пастбищах Астраханского Заволжья: автореф. дис. … к. с.-х. н. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1975. – 26 с.

8. Афанасьева Е. А. Водно-солевой режим обыкновенных и южных черноземов востока европейской части СССР. – М.: Наука, 1980. – 217 с.

9. Базыкина Г. С. Водный режим и водный баланс мелиорированных почв в культурных биогеоценозах // Биогеоценотические основы освоения полупустыни Северного Прикаспия. – М.: Наука, 1974. – С. 63-146.

10. Базыкина Г. С. Водный режим мелиорированных почв солонцового комплекса под лесной полосой // Почвоведение. – 1966. – № 12. – С. 64-76.

11. Байром С. Г. Подземные воды Кулунды // Гидрология Кулунды и прилегающих районов. – Новосибирск, 1965. – 147 с.

12. Барабанов А. Т. Агролесомелиорация в почвозащитном земледелии. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1993. – 155 с.

13. Барабанов А. Т., Гаршинев Е. А. Обоснование и разработка противоэрозионных мероприятий в системе адаптивного ландшафтного земледелия. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2005. – С. 12-211.

14. Басов Г. Ф. Итоги пятидесятилетнего изучения гидрологической роли лесных полос Каменной Степи // Почвоведение. – 1948. – № 8 – С. 475-483.

15. Басов Г. Ф. Шестидесятилетние итоги изучения гидрологической роли лесных полос и режима грунтовых вод Каменной Степи // Тр. Ин-та леса АН СССР. – М., 1954. – Т. XII.

16. Басов Г. Ф., Грищенко М. Н. Гидрологическая роль лесных полос. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 201 с.

17. Бетс К. Лесные полосы и их значение в сельском хозяйстве / Под ред. Н. И. Суса. – М.: Сельхозгиз, 1930. – 79 с.

18. Биогеоценотические основы освоения полупустыни Северного Прикаспия / Под. ред. А. А. Роде. – М.: Наука, 1974. – 359 с.

19. Богун П. Ф. Водообеспеченность и агротехника выращивания защитных насаждений в подзоне светло-каштановых почв Калмыцкой АССР // Вопросы полезащитного лесоразведения на юго-востоке европейской части РСФСР: бюл. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1974. – Вып. 16(70). – С. 28-31.

20. Бодров Б. А. Лесная мелиорация. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 212 с.

21. Бойко Н. П. Водный режим сероземов под лесными насаждениями // Почвоведение. – 1967. – № 4. – С. 94-105.

22. Бойко Н. П. Особенности водного режима почвы в лесных насаждениях на сероземах аридной зоны // Гидрологическая роль защитных лесных насаждений. – М.: Колос, 1975. – С. 175-219.

23. Брауде Т. Д. Эрозия почв, засуха и борьба с ними в ЦЧО. – М.: Наука, 1965. – 140 с.

24. Бурнацкий Д. П., Сучалкина М. И. Водный режим почв Каменной Степи в засушливые годы // Агрохимия. – 1949. – № 1. – С. 148-159.

25. Быков А. В., Спанов М. К. Изменение гидрологического режима почв под насаждениями в результате деятельности лесных мышей // Экология. – 1989. – № 1. – С. 50-55.

26. Бялый А. М. Водный режим в севообороте на черноземных почвах Юго-Востока. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 232 с.

27. Бялый А. М., Панов В. И., Нигматулин И. С. Агролесомелиорация как средство улучшения и стабилизации водного режима полей в зоне недостаточного увлажнения // Экология лесоаграрного ландшафта: сб. науч. тр. ВАСХНИЛ, ВНИАЛМИ / Гл. ред. Е. С. Павловский. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1986. – Вып. 2(88). – С. 140-149.

28. Важов В. И. Влияние лесных полос на водный баланс влаги и урожайность сельскохозяйственных культур // Изв. Крымского отдела географ. об-ва СССР. – 1961. – Вып. 6. – 222 с.

29. Валькова Н. Н. Влияние системы лесных полос на снегонакопление,

влажность почвы и урожай в Куйбышевском Заволжье // Экология защитных лесонасаждений: бюл. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1984. – С. 78-79.

30. Васильев Ю. И. Эффективность систем лесных полос в борьбе с дефляцией почв. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2003. – 176 с.

31. Векшегонов В. Я. Полезащитное лесоразведение в сухостепных районах. – М.: Лесн. пром-ть, 1970. – 76 с.

32. Взнуздаев Н. А. Режим влажности и водной потенциал лесных биогеоценозов: дис. к. б. н. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 231 с.

33. Виноградов В. Н. Комплексное освоение Нижнеднепровских песков. – Симферополь – Таврия, 1974. – 144 с.

34. Водогрецкий В. Е. Влияние агролесомелиораций на годовой сток. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 184 с.

35. Воронков Н. А. Роль лесов и охрана вод. – Л.: Гидрометиздат, 1988. – 285 с.

36. Высоцкий Г. Н. Избранные сочинения. Почвенные и почвенно-гидрологические работы. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1962. – 400 с.

37. Гаель А. Г., Смирнова Л. Ф. Пески и песчаные почвы. – М.: Геос, 1999. – 255 с.

38. Гаршинев Е. А. Эрозионно-гидрологический процесс в агролесомелиорации. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1999. – 196 с.

39. Гидрологическая роль защитных лесных насаждений // Сборник научных трудов ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1975. – С. 3-121.

40. Гидрологические исследования ландшафтов / Отв. ред. Б. В. Бачурин [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1986. – 199 с.

41. Голубева Л. А. Влияние лесных полос различной конструкции на микроклимат и снегоотложение // Итоги научно-исследовательских работ ВНИАЛМИ за 1939 г. – М., 1940. 199 с.

42. Горшенин К. П. Почвы южной части Сибири. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 591 с.

43. Готье Ю. В. Замосковский край в XVII веке. – М.: Соцэкгиз, 1937. – 411 с.

44. Данилов Г. Г. Защитные лесонасаждения в системе земледелия. – М.: Лесн. пром-ть, 1971. – 188 с.

45. Докучаев В. В. Избранные сочинения. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 708 с.

46. Долгилевич М. И. О расстояниях между полезащитными лесными полосами на землях, подверженных ветровой эрозии: бюл. – Волгоград:

ВНИАЛМИ, 1973. – Вып. 12(66). – С. 11-15.

47. Дьяков В. Н. Агролесомелиорация в системе земледелия на склонах. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 109 с.

48. Дюнин А. К. Испарение снега. – Новосибирск: РАО СО АН СССР, 1961. – 120 с.

49. Дюнин А. К. Механика метелей. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1963. – 278 с.

50. Застенский Л.С. Защитные лесные полосы на торфяниках // Сельское хозяйство Белорусии. – 1970. – № 5. – 44 с.

51. Захаров В. В., Кретинин В. М. Агролесомелиоративное земледелие. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2005. – 218 с.

52. Зонн С. В. Почвенная влага и лесные насаждения. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 198 с.

53. Зонн С. В., Иванова Н. Б. Зона аэрации и ее значение в водном режиме степей // Почвоведение. –1997. – № 10. – С. 1186-1199.

54. Зюзь Н. С. Культура сосны на песках Юго-Востока – М.: Агропромиздат, 1990. – 150 с.

55. Иванов А. Е., Дрюченко М. М. Комплексное освоение песков. – М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1962. – 431 с.

56. Ивонин В. М. Агролесомелиорация водосборов. – Новочеркасск, 1993. – 200 с.

57. Измаильский А. А. Избранные сочинения. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 395 с.

58. Илясов Ю. И. Режим грунтовых вод лесоаграрного ландшафта Кулунды // Сиб. вестник с.-х. науки. – 1991. – № 6. – С. 14-17.

59. Инструктивные указания по проектированию и выращиванию защитных лесных насаждений на землях сельхозпредприятий. – М.: Россельхозиздат, 1970.

60. Калашников А. Ф. Агрономическая эффективность полезащитных лесных полос. – М.: Лесн. пром-ть, 1972. – 96 с.

61. Калужский В. А., Жигалов В. Н. Гидрологическая роль агролесомелиоративного ландшафта в Саратовском Правобережье // Вопросы лесного хозяйства, лесомелиорации, экологии, охраны природы: сб. науч. работ: к 70-летию лесохозяйственного факультета ССХИ. – Саратов: Саратовский с.-х. ин-т, 1992. – С. 39-46.

62. Каргов В. А. Лесные полосы и увлажнение полей – М.: Лесн. пром-ть, 1971. – 120 с.

63. Карузин Б. В. Лесные полосы и урожай в Заволжье. – Куйбышев: Кн. изд-во, 1954. – 108 с.

64. Касьянов Ф. М. Влияние лесных полос на снегоотложение, замерзание и размерзание почвы // Лес и Степь. – 1949. – № 9. – С. 24-34.

65. Касьянов Ф. М. Лесомелиорация и животноводство. – М.: Агропромиздат, 1985. – 160 с.

66. Качинский Н. А. Замерзание, размерзание и влажность почвы в зимний сезон в лесу и на полевых участках. – М.: Изд-во МГУ, 1927. – 38 с.

67. Кириков С. В. Человек и природа в восточно-европейской лесостепи в X – начале XIX века. – М.: Наука, 1979. – 183 с.

68. Ковда В. А. Основы учения о почвах. В 2-х кн. – М.: Наука, 1973, Кн. 1. – 445 с., Кн. 2 – 468 с.

69. Козьменко А. С. Борьба с эрозией почв. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 229 с.

70. Константинов А. Р., Струзер Л. Р. Лесные полосы и урожай. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 213 с.

71. Копанев И. Д. Влияние лесных полезащитных полос на распределение снежного покрова в засушливой зоне европейской территории СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1955. – 66 с.

72. Кретинин В. М. Агролесомелиорация почв. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2009. – 198 с.

73. Кретинин В. М. Влияние лесных полос на почвы светло-каштановой подзоны // Почвоведение. – 1967. – № 12. – С. 124-132.

74. Кретинин В. М. Естественные леса и почвы Нижнего Поволжья. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2011. – 120 с.

75. Кретинин В. М. Регулирование питания растений в лесозащищенном агроландшафте. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1995. – 126 с.

76. Кретинин В. М. Формирование и режим грунтовых вод в агролесоландшафте Среднего Поволжья // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 13-15.

77. Крывда С. А. Снегонакопление в лесных культурах юга Ергеней // Лесное хозяйство. – 1961. – № 1.

78. Кулигин С. М. Рост и биологическая устойчивость древесных пород в зеленых зонах Прикаспия: автореф. дис…. к. с.-х. н. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1975. – 26 с.

79. Кулик Н. Ф. Водный режим песков аридной зоны. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 380 с.

80. Кульпин Э. С. Золотая орда. – М.: АКИ., 2007. – 176 с.

81. Лазарев М. М. Биоклиматический потенциал продуктивности земли и его использование в лесоаграрных ландшафтах: автореф. дис. … д. с.-х. н. – Саратов, 1991. – 44 с.

82. Лисовин В. В. Влажность почвогрунтов засушливой степи в естественных условиях и в условиях полезащитного лесоразведения насаждений // Тр. ВНИИГГА. – Сб. 17. – М., 1959.

83. Ломиковский Л. Я. Древовидное освоение засушливой зоны в селе Трудолюб. – СПб., 1837.

84. Лысогоров С. Д. Орошаемое земледелие – М.: Колос, 1971. – 375 с.

85. Максимов Н. А. Физиологические основы засухоустойчивости растений. – Л.: Госиздат, 1926. – 436 с.

86. Максимюк Г. П. Перераспределение солей в почвах солонцового комплекса под влиянием мелиорации // Повышение продуктивности полупустынных земель Северного Прикаспия. – М.: Наука, 1989. – С. 15-29.

87. Манаенков А. С. Методика и нормативы оценки лесопригодности под массивное облесение в поясе неустойчивого увлажнения ЕТР – М.: РАСХН. – 36 с.

88. Маттис Г. Я., Степанов А. М. Уроки Плана преобразования природы // Защитное лесоразведение: история, достижения, перспектива: сб. тр. ВНИАЛМИ. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1998. – Вып. 1(108). – С. 34-38.

89. Матюнин И. Н. Лесные полосы и снегозадержание // Земледелие. – 1968. – № 2.

90. Матякин Г. И. Лесные полезащитные полосы и микроклимат. – М.:Географгиз, 1952. – 110 с.

91. Методика агролесомелиоративных исследований / Под ред. Е. С. Павловского, М. И. Долгилевича. – М.: ВАСХНИЛ, 1985. – 112 с.

92. Мигунова Е. С. Леса и лесные земли (количественная оценка взаимосвязей). – М.: Экология, 1993. – 363 с.

93. Михович А. И., Макаренко А. Н. Велико-Анадольский лес и грунтовые воды // М.: Лесн. пром-сть, 1964. – 262 с.

94. Мишон В. М., Дмитриева В. А., Калюжный Л. А. Влияние антропогенных компонентов на речной сток // Гидрологические исследования ландшафтов. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1950. – С. 71.

95. Молчанов А. А. Гидрологическая роль полезащитных лесных полос и методика их изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 198 с.

96. Морозов Г. Ф. Учение о лесе. – М., 1914. – 385 с.

97. Мостинская С. Б. Режим влажности почвы весной в условиях полезащитного лесоразведения в Заволжье // Метеорология и гидрология. – 1953. – № 3. – С. 34-39.

98. Никитин П. Д. Гидрологическая роль полезащитных лесных полос // Гидрологическая роль полезащитных лесных насаждений. – М.: Колос, 1975. – С. 3-121.

99. Никитин П. Д. Теория и практика полезащитного лесоразведения в СССР // Итоги работ института, опорных станций и пунктов ВНИАЛМИ. – 1961 – Т. 1. – Вып. 35.

100. Новиков Н. Е., Павловский Е. С., Борец В. П. Защитные насаждения Новосильской ЗАГЛОС (1923-1957). – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1995. – 108 с.

101. Оловянникова И. Н. Влияние вязового насаждения на гидрологический режим падин полупустыни Северного Прикаспия // Почвоведение. – 1991. – № 7. – С. 116-126.

102. Панфилов Я. Д. О конструкции лесных полос // На культурном фронте. – 1932. – № 7. – С. 25-26.

103. Панфилов Я. Д. Полезащитные лесные полосы на водораздельном плато степной зоны Поволжья // Полезащитные лесные полосы: сб. ст. ВНИАЛМИ. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1977. – Вып. VIII. – С. 3-64.

104. Петелько А. И. Агролесомелиорация в адаптивно-ландшафтном земледелии в лесостепи Центрального Нечерноземья: автореф дис. … д. с.-х. н. – Волгоград, 2012. – 39 с.

105. Петров В. И. Агролесомелиорация Прикаспия: автореф. дис. … с.-х. н. – Волгоград, 1989. – 48 с.

106. Петров В. И. Опыт использования подземных вод для орошения на Бажиганских песках // Пути хозяйственного использования песчаных земель засушливых областей: бюл. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1977. – Вып. 1(23). – С. 65-67.

107. Петров Н. Г. Система лесных полос. – М.: Сельхозиздат, 1976 – 117 с.

108. Природно-хозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР / Под ред. А. Н. Каштанова. – М.: Колос, 1983. – 336 с.

109. Проездов Н. П., Маштаков Д. А. Влияние севооборотов и агролесомелиоративных приемов на элементы водного баланса в степи Приволжской возвышенности // Теория и практика агролесомелиорации: сб. ст. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2005. – С. 64-67.

110. Проездов П. Н. Теоретическое и экспериментальное обоснование комплекса противоэрозионных мероприятий в Нижнем Поволжье: автореф. дис. д. с.-х. н. – Саратов, 1999. – 48 с.

111. Раков А. Ю. Особенности фитомелиорации земель центрального и восточного Предкавказья: автореф. дис. …д. с.-х. н.– Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. – 47 с.

112. Рахманов В. В. К вопросу об оттоке влаги под лесными полосами // Тр. Центр. ин-та прогнозов. – М., 1961. – Вып. 113. – 144 с.

113. Роде А. А Водный режим и баланс целинных почв полупустынного комплекса / А. А. Роде // Водный режим полупустыни. // М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 5-85.

114. Роде А. А. Теоретические и практические результаты исследований по образованию естественных полупустынных биогеоценозов в агролесные биогеоценозы // Биогеоценотические основы освоения полупустыни Сев. Прикаспия: сб. науч. тр. – М.: Наука, 1974. – С. 337-356.

115. Роль лесных полос в изменении микроклимата / Д. П. Бурнацкий [и др.] // Полезащитное лесоразведение: сб. науч. ст. – М: Сельхозгиз., 1955. – 206 с.

116. Роль лесных полос в мелиорации агроландшафтов в условиях речных долин Среднерусской лесостепи / И. П. Свинцов [и др.] // Плодородие. – 2013. – № 2. –С. 31-33.

117. Романов А. А. Влажность почвогрунта в полезащитных насаждениях на темно-каштановых почвах // Почвоведение. – 1951. – № 4.

118. Романова Е. Н. Влияние лесных полос на вертикальную структуру ветра и турбулентный обмен // Тр. ГГО. – Л.: Гидрометеоиздат, 1954. – Вып. 44(106).

119. Рулев А. С. Ландшафтно-географический подход в агролесомелиорации. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. – 160 с.

120. Рыжиков Д. П. Влияние полезащитных лесных полос на урожай сельскохозяйственных культур. – М.: Изд-во с.-х. лит-ры, 1963. – 208 с.

121. Савин В. С., Ахтямов А. Г. Реакция древесных пород Каменной Степи на изменение климатических условий // Докл. РАСХН. – 2013. – № 6. – С. 33-36.

122. Сапанов М. К. Экология лесных насаждений в аридных регионах. – Тула: Гриф и К., 2003. – 248 с.

123. Семенов К. А. Особенности водного баланса и роста 2-3-летних сосновых культур на Чирском песчаном массиве // Пути хозяйственного

использования песчаных земель засушливых областей: бюл. ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1977. – С. 23-26.

124. Серебрякова Л. К. Водный баланс дубовых и кленовых искусственных насаждений в темно-каштановой зоне Нижнего Поволжья // Сб. н.-и. работ по защитному лесоразведению, 1961. – Вып. 3.

125. Сиземская М. Л., Бычков Н. Н. Солевое состояние лугово-каштановых почв Северного Прикаспия в условиях подъема уровня грунтовых вод // Почвоведение. – 2005. – № 5. – С. 543-549.

126. Сиземская М. Л., Сапанов М. К. Рекомедации по защитному лесоразведению и лесной мелиорации в глинистой полупустыне Северного Прикаспия. – М.: ЦБНТИ Гослесхоза. – 1988. – 68 с.

127. Скородумов А. С. Влияние лесной растительности на водный режим почвы. – Киев: Урожай, 1964. – 312 с.

128. Смалько П. А. Ветрозащитные особенности лесных полос различной конструкции. – Киев: Сельхозиздат УССР, 1963. – 192 с.

129. Соколова Н. С. Влияние лесных полезащитных полос на урожай сельскохозяйственных культур (зерновых, огородных, масличных) // Полезащитные лесные полосы: сб. науч. тр. – М.: Академия с.-х. наук, 1937.

130. Сохранение плодородия и рациональное использование сезонно-переувлажненных почв Воронежской области / В. Т Рымарь [и др.]. – Воронеж: Истоки, 2008.

131. Степанов А. М. Агролесомелиорация орошаемых земель. – М.: Агропромиздат,1987. – 207 с.

132. Сурмач Г. П. Водная эрозия и борьба с ней. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 254 с.

133. Тумин Г. М. Каменно-Степная опытная станция и ее достижения по борьбе с засухой при помощи лесных полос. – Воронеж: изд-во Коммуна, 1926. – 32 с.

134. Федеральная программа развития агролесомелиоративных работ в России. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1995. – 245 с.

135. Федоров А. И. Полезащитное лесоразведение в лесостепных районах Западной Сибири. – М.: Наука, 1967. – 152 с.

136. Фондовые материалы Воронежского НИИСХ им. В. В. Докучаева, 2010.

137. Харитонов Г. А. Водорегулирующая и противоэрозионная роль леса в условиях лесостепи. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 255 с.

138. Химина Н. Т., Химин П. Ф. Снежный покров в системе лесных по-

лос на песчаных землях: бюл. ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1973. – Вып. 12(66). – С. 34-36.

139. Чекерес А. И Погода, климат и отгонно-пастбищное животноводство. – Л.: Гидрометеоиздат, 1973. – 175 с.

140. Черников Ф. С. Водный режим светло-каштановой почвы в поле и под лесными полосами // Лесное хоз-во. – 1951. – № 11.

141. Черников Ф. С. Водообеспеченность древесных насаждений на светло-каштановых почвах Ергеней // Почвоведение. – 1957. – № 3. – С. 47-57.

142. Чумак В. И Режим влажности почвы и грунтовой воды на сельскохозяйственных полях с системой лесных полос: автореф. дис. …к. с.-х. н. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1978. – 20 с.

143. Эйгенсон М. С. Очерк физико-географических проявлений солнечной активности. – Львов: Изд-во ЛГУ, 1957. – 230 с.

144. Экологическая устойчивость и продуктивность орошаемых агролесоландшафтов в Нижнем Поволжье / А. М. Степанов [и др.]. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2008. – 80 с.

145. Энциклопедия агролесомелиорации / Сост. и гл. ред. Е. С. Павловский. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. – 667 с.

146. Яковлев Н. Н. Полезащитные лесные полосы как фактор изменения транспирации сельскохозяйственных растений // Засухи в СССР, их происхождение, повторность и влияние на урожай. – Л.: Гидрометеоиздат, 1958.

147. Яцыно Л. П. Динамика влажности почвогрунта под лесной полосой и на прилегающих полях // Вопросы развития лесного хозяйства Северного Кавказа: сб. ст. – 1961. – Вып. 5.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение..... 3
1. Трансформация природных ландшафтов в агроландшафты и агролесоландшафты..... 5
2. Водообеспеченность ландшафтов природных зон РФ…….. 87
3. Ветроломная функция защитных лесных насаждений в агролесоландшафтах..... 16
4. Методика гидрологических исследований в агролесоландшафтах... 21
5. Задержание и распределение снега в агролесоландшафтах……... 26
6. Промерзание и оттаивание почвы в агролесоландшафтах……. 33
7. Сток талых вод в агролесоландшафте…….. 37
8. Водообеспеченность почв в агролесоландшафте после снеготаяния…… 40
9. Режим и баланс воды в почве агроландшафта……..... 45
10. Формирование грунтовых вод в агролесоландшафте…….. 63
11. Гидрология орошаемых агролесоландшафтов…….. 75
12. Гидрология пастбищезащитных агролесоландшафтов……. 82
13. Гидрология песчаных агролесоландшафтов…….. 90
14. Гидрология осушенных агролесоландшафтов……... 97
15. Гидрология естественных лесных байрачных ландшафтов……. 98
16. Гидрология агролесоландшафтов на отвалах горных пород……... 108
17. Влияние защитного лесоразведения на годовой сток рек…… 110
Заключение……..……...……. 112
Литература..……...……..... 113

Кретинин Вениамин Михайлович

ГИДРОЛОГИЯ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТА

Текст представлен в авторской редакции
Компьютерная верстка В. Г. Гирявенко
Ответственный за выпуск В. П. Скачков

Подписано в печать 10.03.2020.
Формат 60×84 1/16
Объем 5,7 уч.-изд. л. Заказ 3.
Тираж 300 (первый завод 70).

400062, Волгоград, Университетский проспект, 97.
Копировально-множительное бюро ФНЦ агроэкологии РАН