В. М. Кретинин

МОНОГРАФИЯ

АГРОЛЕСОВОДСТВО

Волгоград*ФНЦ агроэкологии РАН*2021

УДК 631.4: 634.93

Кретинин В. М. Агролесоводство (монография). – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2021. – 268 с.

Изложены проблемы агролесоводства на степных и лесных почвах в умеренных, субтропических и тропических природных зонах в России и зарубежных странах. Показаны резервы агролесоводства в лесном фонде России. Дан литературный обзор исследований во второй половине XX в. и начале XXI в. Показано мелиоративное влияние агролесоводства на пахотных, эродированных, пастбищных и опустыненных землях; экологические функции агролесоводства, побочное лесопользование, аккумуляция С и секвестрация CO_2; повышение продуктивности земли.

Работа рассчитана на производственников, специалистов в области лесоводства, агролесомелиорации, земледелия, почвоведения, агрохимии, экологии, ученых, студентов.

Kretinin V. M. Agroforestry. – Volgograd: FSC Agroecology RAS, 2021. – 268 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, agroforestmelioration, ecology.

Рецензенты – **А. С. Рулев,** академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук; **С. Я. Семененко,** член-корреспондент РАЕ, доктор сельскохозяйственных наук.

ISBN 978-5-6044587-6-1

© ФНЦ агроэкологии РАН, 2021
© Кретинин В. М., 2021

ВВЕДЕНИЕ

Агролесоводство – молодое, новое землепользование и научное направление в сельском и лесном хозяйствах. Это динамическая, экологически обоснованная система управления природными ресурсами. Термин "агролесоводство" объединяет системы использования земель, в которых лесные растения намеренно выращиваются на одной территории с сельскохозяйственными растениями и (или) животными в определенной форме пространственной локализации или во временной последовательности.

Учрежден и активно работает Международный Совет по проведению исследований в агролесоводстве (JCRAF). Издается международный журнал Agroforestry System. Вместе с тем для развития ряда методологических вопросов определения оптимальной лесистости для различных водосборов, соотношения угодий, положений землепользования, критериев многосторонней оценки.

В соответствии с разработками Международного центра агролесоводства (JCRAF) [584] и ВНИАЛМИ [1, 2] в границах сельскохозяйственных угодий должны развиваться экологически, организационно и хозяйственно сопряженные с ними агролесные, агролесопастбищные, лесопастбищные, лесоплодовые, аквалесные, энтомолесные, рекреационно-лесохо-зяйственные агролесомелиоративные системы. В настоящее время особую актуальность приобретает новое направление в агролесоводстве – агроэнерголесоводство. Агролесоводство может быть приемлемой альтернативой в решении проблемы ускоряющегося опустынивания в аридных зонах. Собраны материалы исследований аккуму-

ляции и секвестрации органического углерода в агролесомелиорации и агролесоводстве.

География агролесоводства всемирная, от лесотундро-северотаежной до тропической природных зон. Это плоские равнины, песчаные арены, предгорья и горы. Землепользование комплексное, продуктивное, экологичное на мелких фермах и крупных производственных комплексах.

В настоящей работе обобщены литературные материалы исследований в агролесоводстве в нашей стране и за рубежом в 1965-2020 гг., опубликованные в открытой печати.

1. ЛЕСНОЙ ФОНД РОССИИ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В АГРОЛЕСОВОДСТВЕ

Основными показателями количественной характеристики лесных богатств служат площади, занимаемые лесами, и запасы древесины на них. Общая площадь земель лесного фонда – это суммарная площадь всех видов земель и вод, находящихся в ведении лесных органов. Главной частью ее является лесная площадь – фактически занятая лесом или предназначенная для лесоразведения. Разницу между общей площадью и лесной образует нелесная площадь: 1) площади различных нелесных угодий (пашни, сенокосы, выгоны, воды и т. п.); 2) площади общехозяйственного назначения (дороги, просеки, канавы, усадьбы и т. п.); 3) площади неиспользуемых земель (болота, пески, овраги, крутосклоны, гольцы и пр.).

Лесопокрытая площадь – фактически занятая лесами, включая кустарники. Разницу между лесной и лесопокрытой площадью образует непокрытая лесом площадь, т. е. пригодная для выращивания леса и предназначенная для этой цели, но лишенная лесного покрова (невозобновившиеся лесосеки, горельники, пустыри, редины).

По степени облесенности различают территории многолесные (лесистость свыше 33 %), среднелесные (15-32 %), малолесные (менее 15 %) и безлесную.

1.1. Леса северной и средней тайги европейской части Российской Федерации (ЕЧ РФ) [64]

Регион занимает обширную территорию, включает Мурманскую, Архангельскую, Вологодскую обл., республики Ка-

рельскую и Коми. Здесь Гольфстрим оказывает увлажняющее и утепляющее влияние на климат, отмечается горизонтальная и вертикальная зональность. Характерны выходы на поверхность кристаллических пород, моренные отложения. Распространены каменистые и болотные почвы. Предтундровые лесные массивы имеют большое защитное значение. В лесных преобладает сосна лапландская (50 %), а также ель сибирская и финская, береза. Продуктивность лесов небольшая. Длительное существование ельников уменьшает, а введение сосняков увеличивает продуктивность лесов. Большой эдафический диапазон кустарников голубики, вереска, черники.

Общая площадь *Мурманской обл*. равна 9827,2 тыс. га (табл. 1). Лесные предтундровые массивы на западе представлены сосной лапландской, на востоке – елью сибирской и березой.

Таблица 1

Земельные угодья агролесоводства на лесной территории РФ, тыс. га

Субъект РФ	Гослесфонд	в том числе	
		покрытые лесом	непокрытые лесом
1	2	3	4
Мурманская обл.	5500,0	4300,0	1200,0
Архангельская обл.	26284,0	18532,0	7752,0
Вологодская обл.	8223,0	7608,0	623,0
Республика Карелия	5374,0	3140,0	2234,0
Республика Коми	29000,0	27000,0	2000,0
Ленинградская обл.	5031,5	4500,0	531,5
Новгородская обл.	54050,1	4025,0	50025,1
Псковская обл.	1898,0	1643,0	255,0
Тверская обл.	2495,0	1908,6	586,4
Ярославская обл.	944,4	805,4	139,0
Костромская обл.	3453,8	3343,0	110,8
Кировская обл.	7000,0	5270,0	1730,0
Республика Марий Эл	1400,0	1025,0	375,0
Республика Удмуртия	2039,6	1309,3	730,3
Калининградская обл.	307,0	34,3	272,7
Смоленская обл.	751,6	664,2	87,4
Калужская обл.	1347,3	1157,0	190,3
Брянская обл.	1127,0	943,0	184,0

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
Московская обл.	2164,0	1405,4	758,6
Владимирская обл.	1217,0	550,0	667,0
Ивановская обл.	899,2	728,3	170,9
Нижегородская обл.	3060,0	2500,0	560,0
Республика Татарстан	1105,0	981,4	123,6
Республика Чувашия	720,0	516,0	204,0
Ульяновская обл.	981,0	831,1	149,9
Республика Башкирия	5742,0	4778,7	963,3
Тульская обл.	377,2	254,0	123,2
Рязанская обл.	893,4	654,0	239,4
Пензенская обл.	940,5	810,0	130,5
Орловская обл.	214,2	114,0	100,2
Белгородская обл.	-	-	-
Липецкая обл.	-	-	-
Воронежская обл.	-	-	-
Курская обл.	-	-	-
Тамбовская обл.	-	-	-
Итого по ЦЧП РФ	1660,6	1425,0	235,6
Самарская обл.	-	-	-
Саратовская обл.	-	-	-
Волгоградская обл.	-	-	-
Астраханская обл.	-	-	-
Республика Калмыкия	-	-	-
Итого по ЮВ ЕЧ РФ	1516,6	576,6	940,0
Республика Мордовия	700,0	511,7	188,3
Северный Кавказ	3932,3	3356,4	575,9
Республика Крым	290,6	185,0	105,6
Пермская обл.	11900,0	11300,0	600,0
Свердловская обл.	13457,6	1134,0	12323,6
Челябинская обл.	2912,7	1120,6	1792,1
Тюменская обл.	6300,0	4250,0	2050,0
Томская обл.	3154,0	2439,0	715,0
Омская обл.	4550,0	3300,0	1250,0
Курганская обл.	1538,0	1217,6	320,4
Новосибирская обл.	4160,0	1710,0	2450,0
Алтайский край	152183,8	123178,0	29005,8
Кемеровская обл.	4200,0	3800,0	400,0
Красноярский край	118896,2	107255,8	11640,4
Республика Тыва	11391,8	7864,6	3527,2
Иркутская обл.	68000,0	54000,0	14000,0

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Республика Бурятия	242000,0	116000,0	126000,0
Читинская обл.	34600,0	24600,0	10000,0
Республика Якутия	273000,0	116000,0	157000,0
Хабаровский край	46800,0	38300,0	8500,0
Приморский край	12000,0	11000,0	1000,0
Сахалинская обл.	8700,0	4600,0	4100,0
Магаданская обл.	74900,0	38200,0	36700,0
Камчатская обл.	45042,0	30000,0	15042,0
Итого	1322326,0	808655,0	513671,0
Сельские леса	45000,0	20600,0	24400,0
Всего	1367326,0	829255,0	538071,0

Территория *Архангельской обл.* захватывает северную, среднюю тайгу и лесотундру. Лесной фонд области занят в основном (83 %) эксплуатационными лесами III группы.

Основные лесообразующие виды: ель (63,3 %), сосна (26,0 %). Лесотундра образована елью и березой, большие площади заболоченные, редкоствольные.

Вологодская обл. Леса образованы сосной на 20 %, елью – на 38 % и березой – на 30 %.

Среднетаежные леса отличаются преобладанием еловых массивов, сосняки занимают 25 %, березняки 15 % и осинники 3 %. Здесь увеличиваются площади кисличными и брусничными типами леса. Леса становятся более густыми, продуктивными, активнее возобновляются под пологом материнских древостоев. Сосняки растут обычно на высоких берегах рек или на холмах. Преобладают сфагновые изелено-мшанниковые типы. Сосновые леса отличаются хорошим ростом и продуктивностью.

1.2. Леса южной тайги и смешанных лесов ЕЧ РФ

В южной тайге в результате более давней и сильной эксплуатации лесов лесистость заметно уменьшается (55 %). Возраста-

ют площади лиственных лесов с участием липы, дуба, вяза, ильма, клена. Распространены черноольховые леса. В напочвенном покрове большое количество трав (сныть, ландыш, медуница, копытень). Широко формируются дерново-подзолистые почвы.

Леса Республики Карелия формировались в своеобразных природных условиях. Гряды и холмы чередуются с понижениями. Первые покрыты лесами, вторые представлены озерами и болотами. В результате деятельности ледниковых вод часто встречаютсяозы, камы, озерные отложения и волнистые равнины, образовались торфяно-болотные отложения. Климат характеризуется коротким прохладным летом, продолжительной мягкой зимой, значительным количеством атмосферных осадков.

Республика Коми. Климат умеренно континентальный. Средняя годовая температура воздуха на юге равна 1,2 ^{o}C, к северо-восточной границе падает до –7 ^{o}C. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 420-620 мм. Рельеф представляет чередование низменностей с сильно расчлененными возвышенностями. Крупные формы рельефа доледникового происхождения территории характеризуются обилием поверхностных и подземных вод, много болот. Основные типы почв: тундровый, тундрово-болотистый, подзолистый, подзолисто-болотный, болотный, дерновый. Выделяют тундровую, лесотундровую, северно-, средне- и южно-таежно-лесные зоны. Преобладают таежно-лесные зоны.

1.3. Леса северо-запада ЕЧ РФ

Площадь *Ленинградской обл.* равна 85250 км^2. Среднегодовая температура воздуха равна 4,1 ^{o}C, сумма осадков 550-650 мм. Геологическая структура территории сложная. К югу от Кристаллического щита Карельского перешейка на поверхность поднимаются граниты и гнейсы, покрытые ледниковым плащом. На юго-востоке появляются силурийские известняки, девонские

красноцветные песчаники, в восточной части – каменно-угольные песчаники, глины. Лесные почвы: карбонатные, слабо-, средне- и сильноподзолистые, заболоченные, торфяные. Общая площадь лесов равна 5031,5 тыс. га.

Территория *Новгородской обл.* расположена на Валдайской возвышенности, Ильменско-Ладожской и Молого-Шекснинской низинах. Климат – умеренно влажный. Среднегодовая сумма осадков равна 500-600 мм. Развиты два типа почвообразования: подзолистого и болотного. Леса хвойные, смешанные лиственные, кустарники занимают 62 % площади. Площадь земель сельскохозяйственного пользования занимает 1343,3 тыс. га, в т. ч. пашни 10,5 %, залежи 2,1 %, сенокосы 7,7 %, выгоны и пастбища 4,3 %.

Площадь *Псковской обл.* без Чудского и Псковского озер равна 5331,5 тыс. га. В северной части области девонское плато или Луго-Плюсская равнина, на юге уступ девонских известняков (Судомская и Бежаницкая возвышенности). Климат умеренно-прохладный, на юге умеренно теплый, Среднегодовая сумма атмосферных осадков в Пскове 564 мм, в Великих Луках 543 мм. Формируется подзолистый и болотный типы почвообразования, реже торфяного. Средняя лесистость области равна 32 %. С 1896 по 1914 гг. лесистость снизилась с 65 до 26 %.

1.4. Леса центра ЕЧ РФ

Общий земельный фонд *Тверской обл.* на 1 ноября 1957 г. был равен 8314 тыс. га, из них под лесом и кустарниками 36 %, под пашней 24 %, под сенокосом и пастбищами 23 %, под болотами 7 %, воды и прочие угодья занимают 10 % площади.

Климат области умеренно континентальный, Среднегодовая сумма осадков равна 650-675 мм.

Рельеф равнинно холмистый. С запада Валдайская возвышенность, с востока Смоленско-Московская гряда. Общая пло-

щадь озер около 100 тыс. га. На территории области наиболее распространены дерново-подзолистые почвы (83 %). Треть этих почв развита на лессовидных и почти столько же на валунных (моренных) суглинках. Значительно (20,7 %) распространены дерново-сильноподзолистые суглинистые и подзолисто-болотные (9 %) почвы.

Тверская область. Хвойные леса занимают 52 %. На долю сосновых приходится 28 %, ельники – 24 %, лиственничные 0,1 %. Дубравы занимают 0,29 тыс. га, березняки 34 %, осинники 10,3 %.

Ярославская обл., площадью 35,9 км^2, расположена в центре Русской равнины. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовое количество осадков 500-700мм. Рельеф полого-волнистый. Почвообразующие породы в основном моренные суглинки, почвы дерново-подзолистые. Леса занимают около 50 % территории. Хвойные леса занимают 30,3 %. Площадь березняков 337,7 тыс. га, сосняков 118, ельников 125,5, осинников 187,3, ольховников 35,4, дубрав всего 0,7 тыс. га.

Костромская обл. расположена в бассейне верхней Волги. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая сумма осадков 520-650 мм. Почвообразующие породы в основном ледниковые, почвы дерново-подзолистые. Преобладают хвойные 1552,5 тыс. га, из них ельники 686,7 и сосняки 664,8 тыс. га. Площадь березняков 1244,1 тыс. га, осинники 217,7 тыс. га.

1.5. Леса северо-востока ЕЧ РФ

Кировская обл. расположена на северо-востоке ЕЧ РФ. Климат континентальный. Среднегодовая сумма осадков на севере 624 мм, на юге 590 мм. Преобладают дерново-подзолистые почвы. Преобладают ельники 1995,6 тыс. га, меньше сосняки 1102,2, пихта – 7,3 тыс. га.

1.6. Леса востока ЕЧ РФ

Марийская республика, расположена на востоке ЕЧ РФ. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна 2,2-3,1 °С, сумма осадков 450-500 мм. Почвы формировались на коренных (пермских) породах, четвертичных отложениях. Почвы дерново-подзолистые, перегнойно-карбонатные, аллювиальные, болотные. Леса и кустарники занимают 60,5 %, пашня 28, , сенокосы 3,2, залежи 0,4, прочие 5,8 %. Преобладают хвойные: сосняки 404,7 тыс. га, ельники 181,1, березняки 262,7, осинники 100,4 тыс. га.

Республика Мордовия расположена в Среднем Поволжье. Климат умеренный. Среднегодовая температура воздуха равна 37 °С, сумма осадков 420-460 мм. Почвы дерново-подзолистые, чернозем оподзоленный, аллювиальные.

Республика Удмуртия расположена между средним и верхним течением Камы и ее притока Вятки. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая сумма осадков равна 400-500 мм. Площадь березняков 139,3 тыс. га, сосняков 95,4, ельников 96,5, осинников71,6, липняков 46,8 тыс. га.

1.7. Леса южной тайги и смешанных лесов юга Нечерноземья ЕЧ РФ

Калининградская обл. расположена в нечерноземной полосе на западе России. Общая площадь 15,1 тыс. км^2, из них 13,31 тыс. км^2 приходится на сушу. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна: 6,5-7,5 °С, сумма осадков 600-700 мм. Почвообразующие породы представлены валунными глинами и суглинками, песками. Почвы лесные, луговые, болотные. Хвойные леса составляют 46 %, лиственные 54 %.

Смоленская обл. расположена в западной части Среднерус-

ской возвышенности. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая сумма осадков равна 530-660 мм. Почвы дерново-подзолистые. Площадь березняков равна 212,6 тыс. га, осинников 169,8, ельников 160,2, сосняков 88,8, ольховников 29,5 тыс. га.

Калужская обл. расположена в центре европейской части РФ. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна 4,0-4,5 ^{o}C, сумма атмосферных осадков 570-580 мм. Рельеф холмисто-грядовый. Почвы дерново-подзолистые средне и сильно оподзоленные, светло-серые и серые лесные оподзоленные, аллювиальные луговые и болотные торфянисто-глеевые. Площадь сосняков равна 82,5 тыс. га, ельников 55,7, дубрав 29,8, березняков 242,1, осинников 186,1, ольшаников 8,5 тыс. га.

Брянская обл. расположена в бассейне реки Десны, в Европейской широколиственно-лесной области. Почвы в основном серые лесные.

Московская обл. расположена в центральной части Русской равнины в бассейне Верхней Волги и Оки. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна 3,7 ^{o}C, сумма осадков 550 мм. Рельеф в основном равнинный. Почвы дерново-подзолистые, серые лесные. Преобладают мягколиственные березняки 528,1 тыс. га, осинники 233, 5 тыс. га. Площадь сосняков 287,0 тыс. га, ельников 254,9, дубрав 38,3 тыс. га.

Владимирская обл. расположена в Волжско-Окском междуречье, в подзоне хвойно-широколиственных лесов. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна 4,5 ^{o}C, сумма осадков 480 мм в пониженных местах и 580 мм в повышенных. Почвенный покров на повышенных местоположениях дерново-подзолистый, серые лесные, на пониженных – болотные, луговые. Площадь пашни равна 27,8 %, сенокосов 10 %, выгонов и пастбищ – 4,1 %.

Ивановская обл. расположена в подзоне хвойно-широколиственных лесов, на междуречье Волги и Клязьмы. Климат уме-

ренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна 3,5 °С, сумма осадков 550-600 мм. Почвообразующими породами являются валунные глины, покрывные суглинки, пески. Почвы подзолистые, болотные, темноцветные.

1.8. Леса Среднего Поволжья

Нижегородская обл. занимает заволжскую пониженную и правобережную нагорную территории. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна 2,2-3,7 °С, сумма осадков на юго-востоке 430 мм, на северо-западе 576-603 мм. Почвы на левобережье дерново-подзолистые песчаные, на правобережье – серые лесные.

Республики Татарстан, Чувашия и Ульяновская обл. расположены в Среднем Поволжье, Климат значительно различается по широтной и долготной протяженности. Наиболее низкая температура на востоке Среднего Поволжья (Бугульма), высокая на юге Среднего Поволжья. Среднегодовая сумма осадков на севере Чувашии 442 мм, на юге Ульяновской обл.372 мм.

1.9. Леса юга ЕЧ РФ

Тульская обл. расположена в северной лесостепи, участки степи чередуются с лесными урочищами. Средняя лесистость области 14,7 %, 22-30 % на севере и 6,0-0,8 % на юге.

Климат умеренно континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна 4,5 °С, сумма атмосферных осадков 507 мм. Рельеф холмистые леса в основном на водоразделе. Почвы светло-серые, серые, темно-серые лесные, лугово-болотные, аллювиальные, торфяно-болотные.

Лесообразующие виды: ясень обыкновенный, липа мелколистная, сосна обыкновенная, лиственница сибирская, береза бо-

родавчатая, береза пушистая, осина, осокорь, тополь, ольха.

Рязанская обл. расположена в центре ЕЧ РФ между зоной смешанных лесов и северной лесостепью.

Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна 4,2 °С, сумма осадков 509 мм. Почвы в лесостепном районе выщелоченные и оподзоленные черноземы, светло-серые, серые и темно-серые лесные. В Мещерской низменности на севере преобладают подзолистые песчаные, светло-серые сильнооподзоленные, болотные, торфяные. Лесистость 22,6 %. Наиболее распространены дубняки, сосняки, ельники.

Пензенская обл. расположена в центре ЕЧ РФ. Климат континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна 4,0-4,5 °С, сумма осадков 400-450 мм. Почвы в восточной части области серые лесные, неполноразвитые дерново-подзолистые, в северо-западной части оподзоленные и выщелоченные черноземы, в юго-западной черноземы слабовыщелоченные. Сельскохозяйственные угодья занимают 76 % площади. Хвойные, преимущественно сосняки, занимают 179 тыс. га, твердолистные, преимущественно дубняки – 214 тыс. га.

Орловская обл. расположена в центре Среднерусской возвышенности. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна 4,5 °С, сумма осадков 450-580 мм. Почвы светло-серые, серые, темно-серые лесные, чернозем оподзоленный. Активно развита эрозия почв. Основные лесообразующие породы: дуб летний, сосна обыкновенная, береза бородавчатая, осина. Почти 85 % площади области занято сельскохозяйственными угодьями, преимущественно пашней.

1.10. Леса ЦЧР ЕЧ РФ

В состав Центрально-черноземного района входят Белгородская, Воронежская Курская, Липецкая и Тамбовская обл. Об-

щая площадь равна 16610 тыс. га.

Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха равна 4,7-5,2 °С, сумма атмосферных осадков 450-500 мм. Почвы представлены в основном черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым, аллювиальными почвами в пойме, песчаными массивами на террасах рек.

Основная масса лесов Центрально-черноземного района находится в долинах рек. Большая часть пойменных лесов на террасах вырублена. Дубовые леса в основном расположены на высоких правобережьях в байраках. Сосновые леса занимают надпойменные левобережные террасы.

1.11. Леса юго-востока ЕЧ РФ

Территория Юго-Востока Восточно-европейской равнины включает Приволжскую возвышенность, Ергени, юг общего сырта, восток Донской гряды, Калачской возвышенности, юг Предуралья, севера и запада Прикаспийской низменности, занимает степную, сухостепную и полупустынную зоны. На ней расположены Самарская, Оренбургская, Саратовская, Волгоградская, Ростовская, Астраханская обл. и Республика Калмыкия. Общая площадь Юго-Востока равна 116070 тыс. га.

Климат континентальный. Среднегодовая сумма атмосферных осадков на севере 450 мм, на юге – 150 мм. Основные типы и подтипы почв: чернозем обыкновенный южный, предкавказский, темно-каштановый, каштановый, светло-каштановый, бурых полупустынных, лугово-черноземных, лугово-каштановых, лугова-то-бурых, солонцов и аллювиальных почв.

Площадь лесов естественного происхождения равна 1516,6 тыс. га, культуры 314,8, лесов колхозных 415,7 тыс. га.

Сосновые леса естественного происхождения распространены в Самарской и Оренбургской обл., южнее – культуры. Преоб-

ладают сухие боры на террасах речных долин на песках, супесях и легких суглинках.

Дубовые леса нагорные, байрачные, пойменные представлены дубом черешчатым с примесью липы, береста, клена татарского, яблони лесной и кустарниками крушины, шиповника, свидины, боярышника и др.

Мелколиственные леса представлены березняками, осинниками, липняками, топольниками, ветляниками.

1.12. Леса Северного Кавказа

Леса расположены на северном склоне Большого Кавказа с прилегающим к нему Предкавказьем и частью Черноморского побережья. Северной границей считается Кумо-Манычская впадина и южный Главный хребет.

Климат отдельных частей Северного Кавказа сильно зависит от высоты местности, направления и крутизны склонов. В западном районе Северного Кавказа выделяют пояса: степи – до 200 м, дубовые леса – 200-500 м, буковые леса – 600-900 м, темнохвойные леса 900-2000 м, субальпийский пояс – 200-2400 м.

Общая площадь земель лесного фонда Северного Кавказа (без Ростовской обл. – 3932, 3 тыс. га преобладают лиственные виды (90 %): дуб, бук, граб, береза, сосна, пихта.

1.13. Леса горного Крыма

Горный Крым состоит из трех гряд – Главной гряды высотой 1000-1500 м и двух других гряд, расположенных к северу от Главной, высотой от 150 до 800 м. Главная гряда круто обрывается к морю, образуя вдоль берега узкую полосу шириной 2-8 км.

Климат субтропический на южном берегу до холодного влажного нагорий. Среднегодовая температура воздуха равна 13 ^{o}C

на южном берегу Крыма, сумма атмосферных осадков 1100 мм.

Почвы субтропические красноземы, горно-лесные, горно-луговые.

Лесная растительность горного Крыма характеризуется вертикальной зональностью: от берега моря до 500 м простирается пояс из зарослей дуба пушистого и можжевельников с участием вечнозеленых и листопадных средиземноморских растений (дикая фисташка, земляничное дерево, иглица и т. п.; 500-1300 м распространены буковые и сосновые леса из сосны крымской. В нижней части этого пояса примешивается дуб скальный; выше 1300 м – горные степи, луга, заросли можжевелого стланика. На северных склонах Крымских гор преобладают буково-грабовые, а затем дубовые леса.

Площадь лесов около 206 тыс. га. Основная их масса сосредоточена на северном макросклоне. Крымские леса очень богаты по своему составу – здесь более 100 видов древесных и кустарниковых видов. Наиболее оптимальные условия леса находят в средней горной зоне (500-1100 м). Более 2/3 площади занимают дубовые леса, на втором месте буковые леса, далее грабовые и сосновые. В нижней горной зоне – до 300 м, на сухих местоположениях находятся заросли дуба пушистого с грабинником, фисташкой и др. Выше (300-500 м) характерны низкопроизводительные насаждения дуба, сосны. От 500 до 800 м располагается пояс высокопродуктивных лесов из дуба скального, сосны крымской. Выше 700-1100 м находятся высокопроизводительные буковые насаждения.

1.14. Леса Предуралья

Площадь, покрытая лесом, в Республике Татарстан равна 831,1тыс. га, в Республике Чувашия – 516,0, Республике Башкирия – 5742, в Ульяновской обл. – 831, 1 тыс. га. Произрастают более 30 лесообразующих видов, из которых лесов сосновых 470,8 тыс. га, елово-пихтовых 416,5, лиственничных 19,0, березовых 1335,2, осиновых 808,8 тыс. га.

1.15. Леса Урала

Пермская обл. расположена на западных склонах Урала. Общая площадь 162,6 тыс. км^2. Климат континентальный, теплообеспеченность небольшая. Среднемноголетняя сумма осадков на западе области равна 450 мм, в горах до 1000 мм. Почвы в северной части области подзолистые, южнее дерново-подзолистые серые лесные, черноземы оподзоленные.

Сосняки составляют 13 % площади лесов, хвойные – 3/4, лиственные – 1/4. Выделяют подзоны средней и южной тайги, елово-широко-лиственных и горных темнохвойных лесов.

Свердловская обл. расположена на границе Европы и Азии в пределах лесной (таежной) зоны лесистости области 62,7 %. Общая площадь равна 193,3 тыс. км^2. Климат континентальный. Среднегодовая температура воздуха в северной половине равна 0…–2 ^{o}C, в южной – 1,5-0,1 ^{o}C, Сумма осадков соответственно 800-850 мм и 320-350 мм. Почвы на севере горно-тундровые, горно-подзолистые, на юге – дерново-подзолистые, серые лесные. Почвы Зауралья тяжелого гранулометрического состава, заболоченные. Выделяют 38 различных типов лесов. Леса с преобладанием сосны занимают 3220 тыс. га, ели – 1990 тыс. га, березы – 3650 тыс. га.

Челябинская обл. расположена в южной половине Уральских гор в пределах таежной, лесостепной и степной природных зонах. Общая площадь равна 88505 км^2. Теплообеспеченность с севера на юг повышается от прохладной до теплой. Сумма атмосферных осадков понижается от 500-1000 до 250 мм. Почвы с севера на юг области неполноразвитые дерновые, дерново-подзолистые, серые лесные, черноземы выщелоченные, оподзоленные, аллювиальные. Лесистость равна 93,3 %. Площадь Гослесфонда распределяют по группам: защитная горно-лесная, защитно-репродуктивная равнинная (лесостепной и степной районы). Лишенные леса пространства значительны, особенно в степном районе. Преобладают различные угодья (223,5 тыс. га), в т. ч. и пашня.

1.16. Леса Западной Сибири

Западная Сибирь расположена между Уралом и средней Сибирью. Территория представляет Западно-Сибирскую низменную равнину. На территории Западной Сибири выделяют лесорастительные зоны тайги, степей, горных районов, а в пределах них подзоны, пояса. Дана схема зонального распределения Западной Сибири. Климат Западной Сибири проявляется в двух направлениях: с севера на юг (увеличение тепла), с запада на восток (увеличение континентальности). Наибольшее количество осадков (500 мм) между устьями Иртыша и томи. К северу и к югу сумма осадков уменьшается соответственно до 165 и 265 мм. Почвы с севера на юг: подзолистые, серые лесные, темно-серые лесные, черноземы, каштановые.

Основные лесообразующие породы: в лесотундре – ель, лиственница; в таежной зоне – пихта, ель, кедр, сосна, липа, осина, береза; в лесостепной зоне – сосна, лиственница, береза; в степной зоне – сосна, осина; пояс горных лесов – пихта, ель, кедр, лиственница, сосна.

Тюменская обл., лесистость 36,0 %.

Томская обл., лесистость 52,0 %.

Омская обл., лесистость 23,0 %.

Курганская обл., лесистость 175,0 %.

Новосибирская обл., лесистость 20,8 %.

Алтайский край. Свыше половины территории края составляют равнинные предгорные лесостепные и степные пространства. 40 % края приходится на Горный Алтай.

Кемеровская обл. Покрытая лесом площадь равна 3800 тыс. га.

1.17. Леса Красноярского края

Красноярский край расположен в центральной части Сибири. Общая площадь Красноярского края 2401,6 тыс. км^2. Климат края

континентальный. Наименьшее количество осадков на побережье Таймыра 200-250 мм, в западной части Среднесибирского плоскогорья 400-500 мм, в восточной части 300-350 мм, в Кузнецком Алатау 800-1000 мм, в Саянах 1000-1200 мм, в Минусинской котловине 240 мм. В строении почвенного покрова проявляется широтная зональность: в тундре – арктические дерновые; в таежной зоне в северной подзоне – глеево-мерзлотно-таежные, глеево мерзлотно-торфяные; в средней подзоне – подзолистые, длительно-мерзлотные, морозно-полизональные; в южнотаежно-лесной зоне – дерново-подзолистые, серые лесные холодно-глевые; в лесостепи – лугово-черноземные, черноземы обыкновенные, южные; в горной части – неполноразвитые и вертикально зональные.

В пределах края выделено 12 лесорастительных провинций, подразделяемых на округа. Лесное хозяйство в Красноярском крае, за исключением центральных и южных частей, находится в зачаточном состоянии.

Республика Тыва расположена в центре Азии, в бассейне верхнего Енисея. Площадь 171,3 тыс. км^2. Наиболее крупные котловины между гор Улуг-Хемская и Хемчикская.

Климат этих центральных котловин резко континентальный, засушливый. Среднегодовая температура воздуха равна –3…–4 ^{o}C. Сумма осадков 200-230 мм. Почвы каштановые и горно-каштановые неполноразвитые, в поймах аллювиальные почвы встречаются пески, солончаки. В поймах произрастают редкостойные леса тополевые, березовые. Убса-Нурская котловина отличается сухостью климата (100-200 мм осадков). Почвы пустынно-степные, такыры. Здесь встречаются редкоствольные тополевые леса в пойме реки Тес-Хем.

В республике произрастает 12 видов лесообразующих видов: лиственница сибирская, кедр сибирский, сосна обыкновенная, береза бородавчатая и др.

Иркутская обл. располагается в центре Азии. Климат резко континентальный. Встречаются длительносезонные и даже мно-

голетняя мерзлота почвогрунтов. Почвы отличаются слабым проявлением подзолообразовательного процесса, распространены дерново-подзолистые, дерновые лесные, дерново-карбонатные наиболее лесопригодные. В области встречаются 25 древесных и 80 кустарниковых видов. Основные площади заняты лиственными лесами: 34 и 32 % площади. Из темнохвойных видов 8 % падает на кедр и 6 % на ель. Пихтовые леса занимают менее 1 %.

1.18. Леса Прибайкалья

Республика Бурятия расположена в юго-восточной части Сибири. Общая площадь 351,4 тыс. км^2. Рельеф представляет горную страну, чередования хребтов и котловин. Климат резко континентальный, среднегодовая температура воздуха и побережья Байкала –0,5 ^{o}C, в горах –2,5…–6,6 ^{o}C, в Витимском плоскогорье –4,3…–6,1 ^{o}C, сумма осадков равна 209-1228 мм. Почвенный покров очень разнообразный. В горной местности доминируют горно-подзолистые, горно-дерновые, на побережье Байкала – железистые подзолы, на боровых песках – дерново-лесные и дерново-карбонатные.

Лесистость 60,8 %. Почти половина территории безлесна. Наибольшей лесистостью характеризуется Витимское плоскогорье, занятое лиственничной тайгой, малолесные районы Баргузинской впадины и хребта. Наибольшие площади заняты лиственницей (9570 тыс. га), сосной (2901 тыс. га), кедром (1519 тыс. га), меньше площадь березы, ели, пихты, осины.

Читинская обл. на юге граничит с Китаем и Монголией. Общая площадь территории 431,5 тыс. га. Климат резко континентальный с достаточно суровой малоснежной зимой и жарким, сухим летом. Почвенных исследований не проведено. К. А. Уфимцев (1955) выделяет горные дерново-слабоподзолистые почвы не водоразделах, темно-серые лесные под березовыми и дерновые лесные

неоподзоленные под березово-сосновыми лесами.

В лесных областях наибольшие площади под лиственницей (16975,2 тыс. га), сосной (92408,2 тыс. га), березой (3054,7 тыс. га), кедром (735,9 тыс. га). На границе с Китаем и Монголией расположена Даурская лесорастительная провинция. Здесь прослеживается вертикальная зональность, где выше степи отмечают лесостепь и лес. Основу провинции составляют леса из лиственницы даурской, сосны Крылова, березы повислой.

1.19. Леса Республики Якутия

Республика Якутия занимает огромную территорию – 3,1 млн га. Бóльшая территория расположена в пределах Среднесибирского плоскогорья и представляет плосковсхолмленную равнину. На севере примыкает Северо-Сибирская низменность и на востоке Центральноякутская низменность, окаймленная на востоке хребтами Верхоянский, Черский, Джугджур, Становый и др.

Своеобразие климата Якутии определяется общей циркуляцией атмосферы. С осени над Якутией формируется мощный антициклон, разрушающийся только в марте-апреле. Нижние слои почти неподвижного воздуха сильно охлаждаются. Летом циклоны приносят мало осадков. Образуется многолетняя мерзлота. На равнине Якутии формируются мерзлотнотаежные и палевые почвы, в горах – горнотаежные мерзлотные.

Покрытая лесом площадь равна 116 млн га (45 %), кустарником 10 млн га (4 %). Редины, пустыри занимают 31 млн га (12 %), гари – 25 млн га (10 %). Площадь земель сельскохозяйственного назначения, в основном сенокосов и пастбищ составляет менее 3 млн га. На долю лиственницы приходится 86 %, покрытой лесом площади. Сосна в западной части республики доходит до Полярного круга. Ель заходит далее на север, но более характерна для южных районов. Кедр обычно растет в виде примеси, а леса с

преобладанием этого вида занимают всего 35 тыс. га. Среди лиственных видов доминирует береза; площадь осиновых лесов составляет 8 и тополевых 35 тыс. га. Почти 70 % площади лесов занято спелыми и перестойными насаждениями.

1.20. Леса Амурской области

Общая площадь лесной зоны *Амурской обл.* составляет 31,3 млн га. Насаждений с господством хвойных видов 79 % и лиственных 31 %. Лесов с преобладанием лиственницы 75,4 %, сосны и кедра 2,5 %, ели и пихты 1,1 %, мягколиственных видов 16,6 %. Лиственничные леса произрастают по всей области, за исключением безлесной части Зее-Бурейской равнины. Сосновые леса, вследствие длительной и интенсивной эксплуатации по площади резко сократились. Леса из березы плосколистной распространены по всей области, на них приходится около 40 % лесопокрытой площади. Березняки – временные типы леса. Они пришли на смену хвойным видам в результате пожаров и потребления. Дубовые леса низкополнотные и малопроизводительные. Леса юго-восточной части отличаются видовым разнообразием, вследствие участия представителей маньчжурной флоры (кедр корейский, ясень маньчжурский, бархат амурский, береза желтая). Заросли кедрового стланика занимают 3,1 % лесопокрытой площади области. Они распространены в горных районах на высоте 1000-1300 м.

1.21. Леса Хабаровского края

Общая площадь *Хабаровского края* 54,9 млн га. Покрыто лесом 38,3 млн га, гари и погибшие растения занимают 4,2 млн га, необлесенные вырубки – 1,9 млн га и редины – 2,3 млн га.

В покрытой лесом площади на долю хвойных видов приходится 79,8 % и лиственных 10,9 %. На долю лесов с преобладани-

ем лиственниц падает 51,1 %, ели и пихты 24,9 %, кедра 3,8 %. Леса с преобладанием твердолиственных видов 2981,4 тыс. га, кустарниками занято 3489,0 тыс. га.

1.22. Леса Приморского края

Приморский край расположен на крайнем юго-востоке страны. Большая часть территории занята хребтами горной системы Сихотэ-Алинь. Западные и юго-западные предгорья Сихотэ-Алиня ограничивают Суйфуно-Ханкайско-Уссурийскую равнину. Средняя высота водораздельной части Сихотэ-Алиня 800-1000 м. Вдоль берега Приморья с севера на юг идет холодное Приморское течение.

Климат Приморья относится к муссонному типу. Средняя годовая температура воздуха в южных районах края равна 2-6 ^{o}C, в северном Приморье она близка к нулю. Среднегодовая сумма атмосферных осадков на высоте 100-1100 м равна 1300-1400 мм, на побережье – 700-750 мм.

Наибольшие площади под лесами Приморья занимают бурые горно-лесные почвы. В горной местности распространены неполноразвитые почвы, в долинах – аллювиальные дерновые, болотные.

Леса распространены на территории края неравномерно. На крайнем юго-западе и на Суйфуно-Ханкайско-Уссурийской равнине нет лесов. На западных склонах южной части Сихотэ-Алиня лесистость повышается до 35-50 %. В северных районах края, на восточных склонах Сихотэ-Алиня лесистость равна 75-95 %.

Большая часть нелесной площади приходится на болота (200 тыс. га) и крутые склоны (более 400 тыс. га), гари (300 тыс. га) и редины (200 тыс. га). лесная площадь почти полностью представлена естественными лесами. Наибольшие площади занимают пихтово-еловые леса (более 27 %) и леса с преобладанием кедра корейского (около 24 %). Значительные площади (11 %) заняты

лесами с преобладанием лиственниц. Из лесов с преобладанием лиственных видов наибольшие площади занимают дубняки из дуба монгольского (около 16 %) и древостоя с преобладанием желтой (ребристой), каменной (шерстистой) и белых берез. Довольно большие площади заняты лесами с преобладанием ясеня маньчжурского и лип (маньчжурской и амурской).

1.23. Леса Сахалинской области и Курильских островов

Сахалинская обл. включает в себя остров Сахалин с прилегающими к нему островами Монерон и Тюлений и свыше 30 островов Курильской гряды. Сахалин – горная страна с меридиональным протяжением (1000 км), омывается холодным охотским и теплым Японским морями.

Климат муссонный. Среднегодовая температура воздуха в северной части острова –1,4 °С, на юге +2,2 °С, сумма осадков в северной части 390 мм, на юге 871 мм.

Процессы почвообразования Сахалина происходят в кислой среде. Почвы богаты гумусом. Большая влажность почв усиливает процесс оглеения и аккумуляции горизонта лесной подстилки.

Лесистость Сахалинской обл. 52,6 %. Основные лесообразующие виды – ель аянская, лиственница даурская, береза каменная и белая. В лесах Сахалина нередки чозения, ивы сахалинская и сердцелистная и тополь. На юге острова встречаются клены, ильмы, ясень маньчжурский, актинидия, лимонник китайский и др. Из самобытных видов следует отметить пихту сахалинскую, пихту Майра, ель Глена, бархат сахалинский, дуб курчавый, черемуху аинскую, клен красивый, орех Зибольда, несколько форм Курильского бамбука, два вида падуба, скимию, жимолость Глена и несколько видов бересклета. Поражают своими размерами и буйным ростом исполинские травянистые растения долин рек.

1.24. Леса Магаданской области

Магаданская обл. относится к северной подгруппе провинции Восточной Сибири. На территории преобладают крутые склоны, тундра, болота. Лесистость области 17,3 %. Огромные пространства горной страны заняты редкостойными малопроизводительными лиственничниками.

Флористическое разнообразие древесных видов невелико: 11 видов (лиственница охотская и Каяндера, тополь душистый, чозения крупночешуйчатая, ивы пятитычинковые, русская, сахалинская, осина, рябина камчатская, кедровый стланик и ольха стланиковая), 8 видов небольших деревьев или кустарников (ивы Бебба, грушанколистная, козья, росистая и сухолюбивая, ольха пушистая, рябина анадорская, черемуха азиатская), около 50 видов кустарников.

Основной лесообразующий вид – лиственница даурская занимает площадь более 3 млн га. Широко распространены по горным склонам кедровый стланик, кустарниковые березы, ивы, ольха и др. занимают 54,6 % лесопокрытой площади.

На прирусловых участках поймы произрастают наиболее производительные древостои лиственницы. Внизкогорье и среднегорье (200-600 м) произрастают редкопокровные лиственничники, на высоте 500-700 м внедряется кедровый стланик.

1.25. Леса Камчатской области

Камчатская обл. располагается на полуострове Камчатка. Вблизи восточного побережья Камчатки лежит большой остров Карагинский и два маленьких острова Беринга и Медный. Площадь области 350 тыс. км^2. Рельеф Камчатки горный. Западное побережье Камчатки – равнинная местность, Восточное – горная, обрывистая. На восточном хребте находится большая группа

действующих вулканов, на Срединном хребте группа потухнувших вулканов. Между Срединным и Восточным хребтами расположена Центральная Камчатская депрессия с долиной реки. Восточное и Западное побережье и южная часть полуострова находятся под влиянием муссонного климата, центральная часть, где сосредоточены основные лесные массивы, резко континентальна. Здесь выпадает 300-380 мм осадков, на побережье – 520-700 мм и 800 мм у южной оконечности полуострова. Среднегодовая температура воздуха в центральной части долины равна –2,5…–3,6 ^{o}C, на побережье –04…–0,6 ^{o}C.

Общая площадь лесов Камчатской обл. (тыс. га) 45042, лесная площадь – 21146,5, покрытая лесом – 18739,1, непокрытая лесом – 2405,6, нелесная площадь – 23895,5, в т. ч. пашни – 2,9, сенокосы – 129,3, пастбища – 10806,8 тыс. га.

К важнейшим лесообразующим видам относятся хвойные – лиственница Курильская, ель аянская, пихта грациозная; лиственные – береза каменная, береза белая, осина обыкновенная, тополь душистый, чозения, ива сахалинская, ольха пушистая, лиственница Курильская.

Таким образом, общая площадь Государственного лесного фонда РФ равна 1322,326 млн га и площади сельских лесов 45 млн га [149] всего 1367,326 млн га, покрытая лесом площадь 829,255 млн га непокрытая лесом – 538,071 млн га. Агролесоводство планируется на непокрытой лесом территории.

2. АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ И АГРОЛЕСОВОДСТВО В СТЕПНЫХ И ЛЕСНЫХ ЗОНАХ РОССИИ

Агролесомелиорация и агролесоводство две родственные системы землепользования. Агролесомелиорация – система лесокультурных и лесоводственных мероприятий, направленных на улучшение земли, условий ведения сельского хозяйства с помощью лесонасаждений различного функционального назначения в агросфере [189]. По новому международному словарю Вебстера, агролесомелиорация – это деятельность, в ходе которой территория, находящаяся в неблагоприятном состоянии, становится пригодной для возделывания сельскохозяйственных культур.

Зарождение агролесомелиорации началось в середине XIX в., чему способствовало ухудшение гидрологического режима крупных территорий в связи с возросшей распашкой угодий и вырубкой лесов. В конце XIX в. под руководством создателя русского почвоведения В. В. Докучаева [34] организована Особая экспедиция по степному защитному лесоразведению. Трудами энтузиастов лесоразведения созданы образцы лесомелиорации песков, оврагов, балок (И. Л. Данилевский, И. Н. и Н. М. Шатиловы), водораздельных сыртов (Н. К. Генко), сельскохозяйственных угодий (Г. Н. Высоцкий [21], В. Я. Ломиковский, А. А. Де Карриер). В. Я. Ломиковский [91] еще в начале XIX в. упоминает о древовидном освоении засушливой зоны в селе Трудолюб одесской губернии. В начале XX в. в стране созданы десятки опытных станций, опорных пунктов, производственных стационаров на базе совхозов и колхозов (Каменная Степь и др.).

По так называемому Плану преобразования природы в 1948 г.

[1, 2] по всей стране развернули посадки защитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев. Большинство созданных антропогенных агролесосистем или агролесоландшафтов оказались устойчивыми и эффективными, но много допущено и ошибок. Массивные и широкополосные лесонасаждения в сухих степях страдали от недостатка влаги и погибли. То же отмечалось и в 3-20-рядных лесных полосах плотной конструкции, узких междурядий, заниженной площадью водного питания растений. Большая ширина межполосных полей не позволяла образовывать взаимодействующую систему лесных полос. Долговечность насаждений резко понижалась от слабой соле- и солонцеустойчивости деревьев и кустарников. Введение местных видов переоценивали. Не оправдал надежды клен ясенелистный. Совместное выращивание защитных лесных полос и сельхозкультур в степи по рекомендации Т. Д. Лысенко оказалось неудачным.

Главная задача агролесомелиоративной науки сегодня состоит в создании лесоаграрных ландшафтов, в которых системы защитных лесных насаждений служили бы: 1) территориально организующим каркасом; 2) экологическим фильтром в газо- и водообменных циклах; 3) биоэнергетическим компенсатором антропогенно-техногенному прессингу на природную среду; 4) надежным средством борьбы с засухами, суховеями, бурями и т. д.; 5) биодизайном, как условием рекреационного оздоровления и эстетического благоустройства. В этой связи особую важность получают вопросы долговечности и устойчивости самих насаждений. Искусственные насаждения должны быть подобием естественных в данных условиях и по качеству и составу [118].

По разнообразию, долговременности, непрерывности, экологичности и доступности мелиоративного воздействия на окружающую природную среду защитные лесные насаждения являются уникальными безальтернативным средством мелиорации.

Научно обоснованная и испытанная на практике экосистема защитных лесных насаждений даже в тяжелых лесорастительных условиях будет отличаться жизнеспособностью, и оказывать мелиоративное влияние на соседние ценозы и окружающую среду [140].

Защитные лесные насаждения – конструктивный элемент ландшафта, что наглядно просматривается по космическим снимкам: размещение производственных участков, фитопродуктивность [47, 100, 107,139,141,189].

Агролесомелиоративный фонд РФ – совокупность сельскохозяйственных территорий, нуждающихся в лесомелиорации, включая нарушенные земли, пески, горные склоны, – на период последнего учета в 1995 г. он составлял более 160 млн га, в т. ч. в южнотаежно-лесной зоне 22,5, лесостепной 52,0, степной 56,6, сухостепной 19,4, в полупустынной и пустынной зонах 8,0 млн га. Площадь защитных лесных насаждений равна соответственно 185,0, 958,2, 1004,4, 458,2, 117,3 и 10,5 тыс. га.

Система лесных полос в России представляет в данное время составную часть устойчивой сельскохозяйственной охраны почв [399]. Она характеризуется политической поддержкой, социальной акцептацией, применением на больших площадях, экономической рентабельностью, многолетней перспективой и многосекторальностью. Опыт и методология агролесомелиорации могут найти применение в сельском лесном хозяйстве (Agroforestry в Африке, Америке) и инженерной биологии (Soil Bioengineering в Западной Европе) [389].

Разработано агролесомелиоративное районирование России, определена лесопригодность почв, предложен ассортимент деревьев и кустарников для защитного лесоразведения [1, 68]. Разработано агролесомелиоративное земледелие [45], освоена современная технология садов [59]. Показана роль полезащитных лесных полос произрастания сельскохозяйственных культур [140].

В агролесомелиорации агролесоландшафт – природно-ан-

тропогенная система, в которой средствами защитного лесоразведения при участии естественных лесов и перелесков создаются постоянные биорубежи, обладающие стабилизирующим экономическим воздействием на агросферу и способствующие наиболее эффективной организации сельскохозяйственной территории и сельскохозяйственное производство на ландшафтной основе[189]. Представлена теория адаптивной лесомелиорации агроландшафтов. Обоснованы ее основная концепция, структура, организация и иерархия лесомелиоративной системы [47]. Показана роль агролесомелиорации в повышении экологической устойчивости и экономической и социальной эффективности агролесоландшафтов [62]. Разработаны типовая программа и методика изучения продуктивности лесоаграрных ландшафтов, экономической и социальной роли защитных лесных насаждений [169].

В агролесомелиоративном фонде РФ может и должно развиваться агролесоводство. В южнотаежно-лесной и лесостепной зонах площади естественных лесов большие, нередко превышают сельскохозяйственные угодья. В степной зоне распространены нагорные и пойменные леса, в сухостепной, полупустынной и пустынной зонах преобладают пойменные леса. Очевидно, что агролесоводство распространится в среднетаежно-лесной, северотаежно-лесной зонах европейской и азиатской частях РФ, в лесных зонах Дальнего Востока, Сахалина, Калмыкии.

Агролесоводство – динамическая, экологически обоснованная система управления природными ресурсами, поддерживающая путем использования деревьев в агроландшафтах производство продукции с целью получения землепользователями всех уровней, возрастающей экономической выгоды и экологического благоустройства местности [189]. Уточняем определение термина "агролесоводство". Агролесоводство – система совместного или последовательного землепользования: сельского, лесного, энергетического, рекреационного и др. с целью получения дополнительной продукции,

энергии, повышения плодородия почв, предотвращения опустынивания территории, экологического благоустройства местности.

Приводятся формулировки термина "агролесоводство" по Реймерсу (1990), Кингу (1990) и Ковде [56]. Различные интерпретации термина свидетельствуют о его многосторонности и многоцелевом использовании.

В агролесоводстве – природная на лесной и антропогенная на облесенной территории система землепользования, способная увеличить растениеводческую, животноводческую, энергоемкую продукцию, обеспечить рекреацию, собирательство, охоту, повысить плодородие почв, социально-экологическое благоустройство местности, условий труда и жизни человека.

Землепользование в лесах во времени занимает десятки тысяч лет. На современном этапе для человечества лесное растительное сообщество можно рассматривать как лесосады, лесоогороды, лесопастбища, лесопашни и т. п. Хозяйственная деятельность человека приводит к изреживанию лесных массивов и, наоборот, облесению степей и пустынь. А в связи с повсеместным ухудшением природных лесов актуально сохранение видового состава полезных растений природы, отчего, например, при классификации лесов Дальнего Востока рекомендуется ввести понятия продовольственных хозяйственных секций: брусничная, голубичная, лимонниковая, актинидиевая, медоволиповая, сокоберезовая, ореховокедровая, аралиевая, орляковая и т. д. Предлагается повсеместный учет и оценка их качества [48, 49].

Рассмотрена идея агролесного хозяйства на базе природных продовольственных растений. Лесные продовольственные лесные растения рассматриваются в качестве генофонда растениеводства и сырьевой базы для заготовок, а совместно образуют цельную отрасль по пользованию данного объекта природы.

В лесных и малолесных районах России земледелие издавна развивалось после сведения (сжигания, раскорчевки) леса или ря-

дом с лесом по границам, опушкам естественных массивов, колок, куртин и отдельно сохранившихся деревьев и кустарников. Совместное же произрастание лесных и сельскохозяйственных культур в суббореальном поясе занимает очень ограниченное место прежде всего вследствие засушливости климата.

Дана количественная оценка взаимодействия в лесах и лесных землях [102].

Ниже излагаются материалы по агролесомелиорации и агролесоводству в России.

Облесение песков в заполярье оказалось успешным и перспективным на большей территории [54]. Массивы подвижных песков на побережье Белого моря расположены в колхозах "Архангельский" Мурманской обл. на площади свыше 20 тыс. га. Успешное выращивание искусственных насаждений на песках проводят в зарослях колосника песчаного при удобрении низинным торфом. Прирост сосны в высоту в культурах на бугристых песках в 1,5-2 раза больше, чем в одновозрастных молодняках естественного происхождения.

Оценено современное состояние разновозрастных сосновых насаждений на бугристых песках Терского берега Белого моря [180].

Описаны процессы, происходящие при раскорчевке леса и распашке территории в условиях Центральной Якутии [80]. После превращения леса в пашню возрастает тепловая нагрузка на деятельный слой. Мощность сезонного слоя увеличивается в 1,5-2,3 раза (2,1-3,2 м). На поверхности почвы появляются термопросадки, имеющие диаметр 0,1-0,3 м и глубину 1,4-1,7 м. За 6 лет пашня приходит в критическое состояние.

Рассматривается роль эрозионных процессов в трансформации почвенного покрова, эффективность влияния лесной растительности на предотвращение эрозии. Приведены данные об эродированности сельскохозяйственных земель пригородной зоны Красноярска [144].

Площадь лесных сенокосов в Сибири уменьшается вместе с уменьшением численности сельского населения, поголовья домашнего скота, нерентабельности эксплуатации небольших по площади сенокосных угодий. Все это вызывает зарастание сенокосов и их заболачивание [63]. На юге Западной Сибири дана оценка деградированности сельхозугодий и защитных лесных насаждений. Для степной и лесостепной зон Алтайского края определены основные принципы создания и размещения защитных лесных насаждений на различных типах почв. Установлено, что система землепользования должна строиться на сочетании агрономических и лесомелиоративных приемов, направленных на стабилизацию урожая сельскохозяйственных культур [52].

Приведены материалы противодефляционной эффективности малорядных полезащитных полос в степи и лесостепи Западной Сибири в процессе возделывания зерновых культур на различных формах почвозащитной обработки каштановых и черноземных почв; количественные характеристики дефляции почв в севооборотах короткой ротацией, оптимальным ветровым режимом в агролесоландшафте [153].

Впервые на обширных многолетних эмпирических и экспериментальных материалах, полученных в пространственно-временных природных модельных объектах Сибири, выявлены направление, динамика и скорость почвообразовательных процессов, протекающих при резкой смене экологических условий. Представление о лесе как факторе оподзоливающем и почвоухудшающем (во всех случаях) не подтверждаются, а его воздействие оценивается как почвоулучшающее. Устранение леса и вовлечение земель в пашню не стимулируют развитие "культурного" процесса почвообразования, а приводит к проявлению деградации агроэкосистемы. Намечены и обоснованы некоторые измерители скорости почвообразовательного процесса, что имеет важное значение в развитии теоретического представления о современном почвообразовании

при смене экономических факторов. Результаты исследований дают возможность прогнозирования и моделирования почвообразовательных процессов в серых почвах под влиянием леса и сельскохозяйственного освоения [156].

На юге Западной Сибири для степной и лесостепной зон Алтайского края определены основные принципы создания и размещения защитных лесных насаждений на различных типах почв. Установлено, что система землепользования должна строиться на сочетании агрономических и лесомелиоративных приемов, направленных на стабилизацию урожаев сельскохозяйственных культур. Там же распространены березовые колки и ленточные сосновые боры. Их мелиоративное влияние состоит в понижении скорости ветра, задержании снега, увлажнении почвогрунта, повышении плодородия почвы, увеличении урожая сельхозкультур [178].

Изучены сукцессии старопахотных серых лесных почв в возрастном ряду сосновых биогеоценозов Приангарья [156]. В Приангарье формирование молодых сосновых биогеоценозов на старопахотных землях давнего освоения приводит к резкому изменению характера и скорости биокруговорота органического вещества. Образуется лесная подстилка, увеличивается биологическая активность верхней толщи почвы, скорость почвообразования [156].

В Бурятии в Боханском р-не богатая история сельскохозяйственного освоения, от залежного земледелия с распахиванием условно-коренных подтаежных и таежных геосистем до антропогенно преобразованных обезлесенных территорий в настоящее время. Район, имея большой потенциал для дальнейшего развития сельского хозяйства, сталкивается с проблемами эрозии почв, снижения плодородия, сельскохозяйственного загрязнения, деградации пастбищ, уничтожения лесов [109].

Антропогенное воздействие на черноземы оподзоленные и темно-серые лесные почвы Салаирья сопровождается снижением содержания и ухудшением качества гумуса. Ежегодная минера-

лизация гумуса достигает 0,7 т/га, а отчуждение за счет эрозионных процессов равно 1,4-1,8 т/га. Состав гумуса из гуматного трансформирования в фульво-гуматный [164].

На Дальнем Востоке обсуждается вопрос о создании лесных садов [48, 49]. Лесные сады являются реконструированными естественными лесными полосами, в которых сосуществуют дикие и культурные растения. В них сохранены структурные, культурные и экологические особенности естественных лесов, но видовой состав растений соответствует потребностям человека. Ведение хозяйства в лесных садах сочетает приемы лесоводства и садоводства. Лесные сады являются экологически устойчивыми системами, но их видовой состав своеобразным вследствие изменения общественно-экономических условий. Длительное время лесные сады развивались благодаря усилиям местного населения, но в настоящее время в лесомелиорации им уделяют мало внимания. Изучение лесных садов позволяет лучше понять их мелиоративные и многофункциональные возможности.

Биоразнообразие в лесных ценозах связано с устойчивостью почв и их фито- и лесовозобновительной способностью. Применительно к лесным биогеоценозам для оценки биоразнообразия и его сохранности можно использовать признак сильватности (по А. Д. Бельгарду), поскольку именно она определяет эдафическую лесопригодность земель, подвергшихся антропогенному прессу. Основные негативные последствия хозяйственного освоения лесов – утрата лесными землями исходной лесопродуцирующей способности, а лесными ценозами естественного биоразнообразия. Диагностика сильватности определяется лесными подстилками, которые в свою очередь можно рассматривать в качестве детерминанта биоразнообразия. Предложена классификационная схема связей: растительность – лесная подстилка – уровень фиторазнообразия на примере кедрово-широколиственных лесов Дальнего Востока.

В связи с возникшей необходимостью освоения новых таеж-

ных земель на Дальнем Востоке под сельхозкультуры предлагаются пути применения климатических показателей урожайности лесных продуктов. Это позволяет рационально использовать сельскохозяйственные угодья под возделывание культур при определении оптимальности для условий муссонного климата, направленности гряд и гребней на полях, при выборе местоположения крупных производственных и личных садоводческих участков [55].

Предложены лесоводственные мероприятия на землях, исключенных из сельскохозяйственного использования на Урале [42].

Представлен опыт полезащитного лесоразведения в колхозах Северного Казахстана [37].

Расширены цели и задачи мелиорации земель в Нечерноземье. Показано, что цель мелиорации – создание условий для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, а в лесном хозяйстве – выращивание высокобонитетных насаждений ценных пород деревьев. До последнего времени преимущественное внимание уделялось технической стороне мелиорации, в то время как на первое место должно быть поставлено агрономическое (или лесоводственное) содержание мелиорации. Мелиорация – это серьезное воздействие на природную среду, поэтому она должна стать комплексной и охватывать водосборы в целом. Изложены основные положения предлагаемой автором системы мелиорации [170].

Многолетние исследования в северном Нечерноземье показывают, что специализация севооборотов на производстве зерна должна осуществляться путем расширения площадей под зернобобовыми и кормовыми культурами [35].

Обсуждаются новые подходы к использованию земель Нечерноземной зоны на основе главного принципа – забота о благополучии состояния земли, о постоянном повышении плодородия почв и прежде всего содержания в них гумуса, на примере одного из хозяйств Нижегородской обл. [44].

Предложены лесоводственные мероприятия на землях, ис-

ключенных из использования [42].

На осушенных землях Мещеры успешно растут культуры сосны при реконструкции березняков [25].

На примере северо-западной части центрального района Нечерноземной зоны рассмотрено соотношение леса, луга и пашни в природных и антропогенных факторах, в т. ч. и социально-экономические факторы. Предложена методика для расчета сбалансированного соотношения луга и пашни, как для отдельных хозяйств, так и для целых районов [105].

Для почв лесной зоны выделены основные направления антропогенных и антропогенно-обусловленных трансформаций почвенного покрова: агрогенная трансформация, аквальная трансформация (вследствие переувлажнения), инвертирование (с механическим переворачиванием горизонтов в порядке обработки обратном или существенно отличном от их естественного залегания, стратификации за счет привноса мелкоземлистого материала в результате поверхностного стока или эоловым путем), тамбустирование (под влиянием пожаров и палов), химическое загрязнение, арборезирование (с участием покрытия древесными или порубочными остатками или отходами деревообработки). Приведена характеристика трансформированных почв [168].

Показано эффективное агролесомелиоративное обустройство эродированных почв в Нечерноземье [173]. Предложены адаптивные мелиоративные системы для Нечерноземной зоны [104].

Изучена лесоводственно-экологическая эффективность гидромелиорации в Карелии [147].

При осушении избыточно увлажненных лесных земель Волго-Камского междуречья повышена производительность еловых древостоев [61].

Определена и сопоставлена эффективность длительного 50 и 60-летнего осушения и облесения долгомошниковых и кустарниково-сфагновых концентрированных и узколесосечных сплошных

сосновых вырубок начальных стадий заболачивания с торфянистыми почвами на суглинках и двучленных наносах методами понижения уровня грунтовых вод (ГВ) и ускоренного стока [117].

На примере бассейна р. Камы определена зависимость стока взвешенных наносов от меженных расходов воды в разные по меженной водности годы, определены средние годовые значения смыва почв с поверхности водосборов рек бассейна и выделены три района, различающиеся по степени эрозионной опасности и интенсивности сельскохозяйственного использования земель: 1) слабое использование (распаханность < 20 %) и слабая эрозионная опасность; 2) значительное использование (распаханность > 60 % и средняя эрозионная опасность; 3) среднее использование (распаханность до 40 % и сильная эрозионная опасность. Объективное представление об эрозионной опасности земель в бассейне р. Камы могут быть использованы для разработки почвозащитных и водоохранных мероприятий [6].

В России описаны технология, производство высококачественных компостов и органических удобрений, тепличнопарниковых грунтов и субстратных торфоблоков, используемых в тепличных хозяйствах. Рассмотрена возможность рекультивации заторфованных площадей и использованию выработанных торфяных месторождений для выращивания сельскохозяйственных культур, организации лесопосадок [24, 176].

Происходящие преобразования последних лет в сельском хозяйстве Башкортостана привели к тому, что многие десятки тысяч га пахотных земель заброшены, выведены из севооборота. В первую очередь забрасываются истощенные, удаленные, имеющие плохие подъезды, небольшие по площади участки. В большинстве случаев к этим площадям непосредственно или на некотором удалении прилегают плотные или разреженные стены леса, преимущественно лиственных пород. Уже с первых лет после прекращения распашки, наблюдается заселение земель дре-

весной растительностью. Характер зарастания зависит от продолжительности распашки, давности забрасывания, размера залежи, степени увлажнения, состава растительности в стенах леса и др. В первую очередь поселяются анемохорные виды, обильно и ежегодно плодоносящие, имеющие высокую парусность семян. На свежих почвах поселяются ильм долинный, ясень маньчжурский, березы, на влажных – тополя, ивы, ольха. В последующие годы поселяются зоохорные виды, распространяемые птицами и животными: дуб, орех черемуха, яблоня и др. динамика травянистой растительности связана сокращением обилия сорных видов, присущих пахотным землям, увеличением лесных видов [90].

Предлагается качественно новый способ основной обработки почвы на вырубках, отвечающий лесорастительным и почвенно-климатическим условиям лесостепной зоны: безотвальное рыхление на глубину 35-40 см шириной 50-70 см. При этом нижние бесструктурные горизонты не выносятся на поверхность и в большей степени сохраняется влага и питательные элементы [12].

В историческом аспекте в Центральной России развивались традиционные системы земледелия: 1) подсечно-огневая; 2) трехполье; 3) переложная система. Во всех этих системах процесс деградации почв преобладал над их окультуриванием. Традиционное землепользование является основополагающим фактором формирования структуры и разнообразия почвенного покрова, формирования зональных типов почв [486].

Предложен метод создания агростепей в степной и лесостепной зонах для повышения биологического разнообразия [31].

Доказывается формирование на границе между сосновым лесом и настоящей степью ареала северной лесостепи шириной 20 км. Мезоклимат, состав растительности, почвенный покров соответствуют ареалу северной лесостепи [62].

На примере северо-западной части центрального района нечерноземной зоны рассмотрено соотношение леса, луга и пашни

в природных и антропогенных условиях, в т. ч. социально-экономические факторы. Предложена методика для расчета сбалансированного соотношения луга и пашни, как отдельных хозяйств, так и целых районов. Показано эффективное агролесомелиоративное обустройство эродированных почв [44].

Представлены материалы исследований по агролесомелиорации ландшафтов Центрального Черноземья [107, 314].

Описана агролесомелиорация ландшафтов в Центральной черноземной полосе [107]. Установлено повышение плодородия эродированных почв в ландшафтных системах землепользования Центральной черноземной полосы [65].

Изложено состояние и задачи агролесомелиорации в Липецкой обл. Лучшими полезащитными насаждениями в возрасте 10 лет являются лесные полосы из тополя бальзамического и березы повислой. Наиболее эффективна продуваемая конструкция полос, при которой получается объем дополнительной продукции выше в 1,5-2,5 раза по сравнению с ажурной и в 2,1-28,7 раза – с плотной конструкцией. В ЦЧР необходимо создать 255783 га полезащитных, 1274116 га противоэрозионных, 52362 га на песках и по коренным берегам, вокруг поселков 5407 га [108].

Система трехярусных тополевых лесных полос с контурным размещением через 190-200 м на склонах крутизной 5° в сочетании с валом-канавой в нижнем междурядье прибалочной полосы в возрасте 12-18 лет в условиях лесостепи ЦЧЗ обеспечивает уменьшение стока талых вод и увеличение запасов влаги в почве, защиту почвы от эрозии и сокращение выноса биогенных элементов в гидрографическую сеть, повышение продуктивности пахотных земель. На склоне южной экспозиции уровень рентабельности составляет 377 %, а коэффициент народнохозяйственной эффективности – 0,53. Эта мелиоративная система – эффективный, долговечный фактор увеличения продуктивности земель, охраны окружающей среды и оптимизации аграрных ландшафтов [352].

Разработана концепция лесоаграрного освоения Чанской депрессии. Для наиболее полной и экологически безопасной реализации фитоэкологических ресурсов в исследуемом районе необходимо создать систему лесоаграрных ландшафтов, адекватную зонально-гипометрической изменчивости природно-климатических условий. Эта система должна включать несколько формаций – от травянистой, кустарниково-травянистой до древесно-кустарниковой и древесной. На почвах с волнистым рельефом и значительным чередованием солонцовых пятен можно рекомендовать прерывистые полосы или насаждения колкового типа площадью 0,5-1,0 га. Куртинно-колковое облесение территории вокруг озера Чаны может рассматриваться как наиболее рациональное, направленное на увеличение экологической емкости, устойчивости и естественной привлекательности ландшафтов малопродуктивных аридных земель [64].

Методами агролесомелиорации можно повысить продуктивность сельскохозяйственных земель в глинистой полупустыне Северного Прикаспия [332]. Наиболее оптимально такое лесоаграрное обустройство территории, которое основано на экологически неистощительной технологии. Один из примеров подобного обустройства – создание адаптивных колочно-западинных пасторальных ландшафтов, позволяющих насытить видовое разнообразие растительных сообществ, увеличить продуктивность и рекреационный потенциал всей окультуренной территории. При закладке колочных культур необходимо ориентироваться на особенности жизненной стратегии выживания лесных насаждений, определяющие их долголетие с учетом хозяйственно использованной территории (пастьба скота, выращивание многолетних трав, сенокошение) [148].

Динамика изменения степени засоления и типов распределения легкорастворимых солей по профилю опустынивающихся почв дельтовых территорий Приаралья в основном определяется 3 условиями: а) темпами опускания уровня ГВ; б) длительностью обсыхания территории; в) исходной приуроченностью почв к различ-

ным элементам дельтового мезорельефа [82].

Показана эффективность использования земель под защитными лесами Северного Кавказа [11]. На Северном Кавказе приведены результаты исследований в совхозе "Экипцоко" по почвозащитной обработке плодовых насаждений на примере яблони сорта Ред Делишез. Оценивали черезрядное задернение овсяницей луговой шириной 2-3 м с приствольной полосой, сплошное задернение с обработкой приствольной полосы фрезой, полосное задернение шириной 2-3 м. Сплошное задернение резко ослабляло эрозии почвы, но размер деревьев и урожай были меньше, чем при содержании почвы под паром. При черезрядном залужении смыв почвы уменьшался в 6 раз. Эффективным приемом борьбы с эрозией сказалось на склонах бороздование, глубокое полосное рыхление, внесение минеральных удобрений [74].

Анализ размещения противоэрозионных участков леса показал, что к противоэрозионным лесам (ПЛ) должны быть отнесены все леса, расположенные выше 1800 м. Это на Северном Кавказе, за исключением Дагестана, Ингушетии, Чечни, где ПЛ выделяется выше 2000 м; на Урале выше 900 м – Челябинская обл., выше 500 м – Свердловская, Пермская и Тюменская обл., Республика Коми (севернее 60° с. ш.). По предлагаемым нормативам составлен прогноз выделения всех видов противоэрозионных лесов по горным провинциям, отличающимся орографическим строением, климатом, системой типов высотной зональности, а также по административным единицам. В настоящее время в европейско-уральской части России к ПЛ отнесено 0,54 млн га, или 3 % площади горных лесов. Эта категория должна занимать 3,8 млн га, или 16 % , в т. ч. на Северном Кавказе – соответственно 0,31 (14 %) и 0,75 млн га (27 %) [143].

В Северной Осетии на склоновых малопродуктивных почвах козлятник восточный и вязель пестрый развивают мощную корневую систему, образуют мощную дернину, а также надзем-

ные части, и хорошо восстанавливают структуру почвы [7].

При коренном улучшении склоновых пастбищ (10-15°) контурные полосы с почвоуглублением до 30-35 см с посевом житняка узколистного и его смеси с желтой или синегибридной люцерной. На склонах с каменисто-щебнистыми и меловыми почвами рекомендуется беспокровный посев эспарцета и житняка. На солонцеватых землях в черноземных и каштановых почвах в комплексе с солонцами 10-30 % проводят отвальную вспашку на глубину надсолонцового горизонта с последующим рыхлением на 30-35 см с посевом костреца безостого, пырея сизого, житняка узкоколосого, люцерны, донника и смеси этих трав. В Астраханской полупустыне тескен с житняком сибирским, прутняком. В Терско-Кумском междуречье травы высевают с житняком и ломколистником [99].

Обсуждается проблема деградации пастбищ в различных зонах России. Подчеркивается необходимость сокращения поголовья скота, развития лесомелиорации, орошаемого кормопроизводства. В России разработана концепция адаптивно лесоаграрного освоения природных территорий и пути ее развития в связи с опустыниванием. Обсуждается народнохозяйственное значение и эффективность государственных вложений.

На 84 % территории Ставрополья существует опасность проявления дефляции. Сильные пыльные бури повторяются каждые 3-4 года, а средней и слабой интенсивности – практически ежегодно. Установлено, что вследствие снижения шероховатости поверхности сухая почва может быть дефляционно-опасной в любое время года. При существующем уровне урожайности зерновых культур на каштановых почвах и относительно низком срезе (10-20 см) стерневой экран может обеспечить надежную защиту почвы от выдувания только после уборки урожая. Вследствие естественного разложения растительных остатков на пашне и обработок почвы устойчивость к дефляции ослабевает, особенно осенью и весной. В эти периоды защита от дефляции должны обеспечивать лесные полосы и вегетирующие растения, а стерне-

вой экран лишь усиливает их защитную роль [19].

Обсуждается проблема деградации пастбищ в различных зонах России. Главная причина деградации – длительная, недопустимая законом перегрузка скотом. Подчеркивается необходимость сокращения поголовья скота и принятия срочных мер по восстановлению сбитых пастбищ, закреплению и фитомелиорации развеваемых песков. Разработана конструкция, размещение, состав деревьев и кустарников. Освоена технология посадки и ухода за насаждениями. Для обеспечения скота кормами рекомендуется расширение на пастбищных землях орошаемого кормопроизводства [22].

На примере Богдинского лесоаграрного оазиса в Прикаспии установлено, что лесонасаждения положительно влияют на антропогенные системы, повышают плодородие почвы, увеличивают аккумуляцию биофильных элементов, уменьшают деградацию земель [68].

Исследованы системы сельскохозяйственного использования земель, производственных типов предприятий, локальных агропромышленных образований в пределах предгорно-горных ландшафтов Северо-Западного Кавказа, рассмотрены вопросы становления индивидуальных хозяйств. Проведен анализ сравнительной эффективности сельскохозяйственного использования земель на основе применения экономических и экологических критериев. Определены основные направления аграрной сферы в условиях перехода к рыночной экономике [13].

Изучен лес в степи Украины [40].

Дана характеристика природных условий и почв горных и предгорных районов Западного Кавказа, Черноморского побережья. Показана степень смытости почв под многолетними насаждениями (фундук, виноград, лавр и др.) до и после освоения. Рекомендован комплекс мероприятий по мелиоративному освоению почв территорий, обеспечивающий увеличение продуктивной площади сельскохозяйственных угодий в 2 раза, ликвидацию мелкококонтурности, повышение уровня механизации технологиче-

ских процессов в 4-5 раз, снижение эрозионных процессов [57].

В Крыму предложено капельное орошение деревьев персика [87] с контролированием поливных норм в соответствии с иссушением корнеобитаемого слоя. Оптимальные условия для роста, развития и плодоношения создаются при достижении влажности почвы не ниже 80 % НВ, проведения 8-18 поливов оросительной нормой 432-1355 л/растение (181-565 $м^3$/га).

Приняты правила использования лесов для выращивания лесных плодовых, ягодных, декоративных и лекарственных растений [133].

В России разработана концепция адаптивного лесоаграрного освоения природных территорий и пути ее развития в связи с опустыниванием [126].

Проведен кадастровый учет землепользования лесопастбищных угодий в аридной зоне [185].

Разработана концепция адаптивного лесоаграрного природопользования в аридной зоне (на примере Российского Прикаспия) [60, 127]. Определено повышение продуктивности полупустынных земель Северного Прикаспия [116].

Обсуждается народнохозяйственное значение и эффективность государственных вложений в лесное хозяйство на обширных засушливых регионах страны. Рассматривается хозяйственная деятельность в защитно-рекреационных лесах и перспективы лесоразведения в аридной зоне. Как пример приводится схема структурно-функциональной модели лесоохотнического-рекреационного предприятия [97]. Даны критерии и оценки рекреационного потенциала южного Урала [72].

Дан анализ динамики пастбищ Приэльтонья по данным NDVI [187].

Обоснована программа опустынивания земель в России [134].

Предложено производить оценку эффективности земледелия по показателю производительности агроэкосистемы на единицу

совокупного энергетического ресурса, включающего энергопотенциал органического вещества почвы и его изменение за оцениваемый период, энергии. ФАР, антропогенные энергетические затраты. При этом появляется возможность получать показатель производительности агроэкосистемы и на единицу денежных затрат. По соотношению этих 2 показателей можно судить об эколого-экономической эффективности систем земледелия в любых условиях развития агроэкосистемы [133].

Агролесоводство в лесных зонах России не развито. Причины, вероятно, в малой населенности территории. Вместе с тем рост промышленного производства и населения в лесных районах поставят проблему развития отраслей сельского хозяйства: зерноводства, овощеводства, садоводства. Для этого могут быть использованы лесные поляны, редколесья, перелоги в массивных лесах.

Интересные материалы получены при лесолуговом освоении склоновых земель на Новосильской ЗАГЛОС, Поволжской АГЛОС и в НИИСХ ЦЧП. Под защитой лесонасаждений продуктивность лугов повышалась при оптимизации увлажнения, удобрений, подбора травосмесей в большей степени на южных склонах в лесостепи и на северных в степи (Глыбин Т. Г, 1980; Дурнев Г. И., 1985; Филиппов В. А., 1985).

Положительным примером в нашей стране является облесение и продуктивное сельскохозяйственное освоение движущихся Нижнечирских песков в Обливском ОПХ ВНИАЛМИ. В начале XX в. здесь было разбито скотом около 5200 га песков, часть из них превратилась в подвижные. Пески засыпали площади пойменной террасы и постоянно заносили населенные пункты, которые были вынуждены перенести на правый высокий берег [119].

В целях закрепления песков, разработки и освоения мероприятий по их хозяйственному использованию начались посадки массивных насаждений из шелюги и сосны обыкновенной. При прекращении выпаса скота и распашки зарастание песков наблюдалось

уже через 7-10 лет. В 1920-1930 гг. посажено 901 га лесных полос и массивов. Создались условия для неуклонного роста посевных площадей сельскохозяйственных культур. На общей площади 6617 га под пашней находилось 1705 га, под сенокосами и пастбищами 79 га. Созданная система ЗЛН, в т. ч. 311 га полезащитных полос, изменила ветровой режим территории, обеспечила закрепление песков, позволила существенно изменить структуру землепользования, ввести и освоить полевые и кормовые севообороты. В 9-польном севообороте 5 полей засеваются многолетними травами, после которых идут продовольственные бахчи, 7-е поле отводится под однолетние травы или ячмень, 8 и 9-е под озимую рожь. Из-за опасности возобновления дефляции почвы паровые поля не предусматривались, но в настоящее время вводятся.

До создания системы ЗЛН продуктивность естественных песчаных пастбищ была в пределах 3,2 ц/га сухой поедаемой животными массы (1,6 ц кормовых единиц на га). Под защитой ЗЛН урожай сухой массы этих пастбищ возрос до 4,5 ц/га (2,25 ц к.е./га). Посевы многолетних трав на сено под защитой лесонасаждений дают урожай 15,4 ц/га (7,7 ц к.е./га), зерновых – в среднем 15,1 ц/га зерна (20 ц к.е./га), продовольственных арбузов 547 ц/га [119]. Подобно Обливскому агролесоводственному оазису лесных полос созданы объекты в системе ВНИАЛМИ и в других регионах России – в сухой степи Северного Кавказа Ачикулакская НИЛОС, в полупустынном Заволжье Богдинский агролесомелиоративный стационар.

Несомненный научный и производственный интерес представляет Джаныбекский стационар Института лесоведения РАН, организованный в глинистой полупустыне Северо-Западного Прикаспия в Казахстане в 1948 г. Характеристика природных условий и лесомелиоративных мероприятий стационара полно изложена во многих работах [9, 68, 116, 148 и др.]. Район представляет бессточную равнину с локальными понижениями – лиманами и падинами, занимающими 15 % площади. Остальная часть занята солонцовым

комплексом: солончаковыми солонцами (50 %), светло-каштановыми и лугово-каштановыми почвами (по 25 %). ГВ сильнозасоленные. Средняя многолетняя сумма атмосферных осадков 275 мм. В полосных насаждениях из древесных пород доминирует вяз приземистый, в массивных – дуб, вяз, ясень. Состояние 32-50-летних ЗЛН удовлетворительное, хотя многие деревья начинают суховершинить. Средневзвешенный возраст ЗЛН в 2002 г. – 47 лет.

Наибольший интерес для агролесомелиоративного земледелия на стационаре представляет опытный участок "Госфонд" с лесистостью 9 %, где однорядные кулисы из вяза защищают межполосные поля шириной 40 м. Энергоэкономическая эффективность лесозащищенных зернокормовых агроценозов выше, чем в открытых, по продуктивности на 244,5 ГДж/100 га пашни, по энергоотдаче на 0,30 и по энергоемкости ниже на 0,09.

Опыт защитного лесоразведения в Джаныбеке позволил обосновать модель агролесомелиорации всего региона междуречья Волги и Урала. При этом соотношение пахотных и пастбищных угодий принимается равным 1 : 5. Агролесомелиоративные пахотные участки создаются отдельными площадями на расстоянии друг от друга на 1,0-1,5 км для аккумуляции твердых осадков. Они подразделяются на поля по схеме севооборота. Ширина межполосного поля 60 м. 1-рядные вязовые полезащитные полосы создаются по плантажной обработке почвы и предусматриваются мероприятиями по аккумуляции атмосферных осадков. Предлагаются и проекты одновременного облесения полупустыни по образцу африканских саван, главным образом соле- и засухоустойчивыми кустарниками.

Предложено лесоразведение на засоленных землях [9, 68, 101]. Методами агролесомелиорации можно повысить продуктивность сельскохозяйственных земель в глинистой полупустыне Северного Прикаспия. Наиболее оптимально такое лесоаграрное обустройство территории, которое основано на экологически неистощительной технологии. Один из примеров подобного обу-

стройства – создание адаптированных колочно-западинных пасторальных ландшафтов, позволяющих насытить видовое разнообразие растительных сообществ, увеличить продуктивность и рекреационный потенциал всей окультуренной территории. При закладке колочных культур необходимо ориентироваться на особенности жизненной стратегии выживания лесных видов, определяющие их долголетие с учетом хозяйственного использования территории (пастьба скота, выращивание многолетних трав, сенокошение). Предполагаемый способ обустройства лесоаграрного ландшафта может быть применен на значительной части Прикаспийской низменности и прилегающих территориях юго-востока России, имеющих в почвенном комплексе интразональные лугово-каштановые почвы по понижениям рельефа (ложбины, потяжины, падины), например, на Ергенях, Приволжской возвышенности, Общем Сырте и в других местах глинистых сухих степей и полупустыни. Данное обоснование колочно-западинных (квазисаванных) ландшафтов служит дополнением к общей концепции развития агролесомелиорации на современном этапе.

Благоприятные условия агролесоводства сложились в Волго-Ахтубинской, Донской, Медведицкой, Иловлинской и Хоперской поймах. Здесь высокая лесистость территории, большие площади садово-огородных кооперативов, овощных плантаций, пастбищ, сенокосов, лугов. Из северных и центральных областей России приезжают отдыхающие, туристы, рыбаки. Для защиты редкой и исчезающей флоры и фауны организованы природные парки: Нижнехоперский, Усть-Медведицкий, Донской, Волго-Ахтубинский, Эльтонский, Щербаковский, Цимлянские пески.

Создание и сохранение облесенности актуально в бассейнах рек. Ширина системы водорегулирующих лесных полос вдоль малых рек (50 км) равна 100 м, средних (100, 200 км) – 200-300 м, больших (> 300 км) – > 500 м.

3. АГРОЛЕСОВОДСТВО В УМЕРЕННЫХ СУБТРОПИЧЕСКИХ И ТРОПИЧЕСКИХ СТРАНАХ

3.1. Облесение и лесоводство на лесных землях

В доисторические времена средняя лесистость территории суши Земли составляла ≥ 50-70 %. За последние 10 тыс. лет уничтожено 2/3 лесов земного шара, за последние 300 лет площадь лесов сократилась вдвое [130]. Начиная с античных времен, процесс обезлесивания территории тесно связан с активизацией антропогенной деятельности, особенно, земледелием и скотоводством, Упадок древних цивилизаций во многом также связывают с исчезновением лесов, аридизацией территорий и истощением почвенного плодородия.

Как средство управления экосистемами пал использовался с времен мезолита и мог применяться задолго до него для загона дичи. Образующийся при лесных пожарах древесный уголь оказывает на почву скорее физическое, чем химическое влияние, но может адсорбировать органические молекулы типа фенолов, а они – важный фактор почвенной экологии. Под влиянием пожара теряется органическое вещество в верхнем слое, понижается катионно-обменная способность и повышается pH, обогащается подвижными питательными веществами. Ухудшается биология почвы, но стабилизируется активность микроорганизмов. В первые десятки лет сукцессии после пожара наблюдается энергетический рост ценозов, экологический омолаживающий эффект, в т. ч. и фенольно-очищающийся эффект. Сведение лесов, пожары, сжигание отходов сельского и лесного хозяйства увеличивает со-

держание N_2O в атмосфере.

Подсечно-огневое земледелие рассматривается в качестве основной причины обезлесивания в тропиках и тайге. Первоначально эта схема себя оправдала, поскольку соблюдалась гарантия во времени и пространстве между деградацией после сведения леса и его восстановления и плодородия почвы одновременно. Однако, с увеличением численности населения, что приводит к усилению деградации почвенного плодородия, восстановить которое становится труднее. Рассматриваются научно обоснованные подходы и политика охраны ресурсов для выхода из сложившейся ситуации [485].

Рассмотрено влияние подсечно-огневого земледелия на обезлесение и повторное зарастание лесом земель. В последние 200-300 лет ландшафт стабилизировался. В лесах с длительным оборотом рубок преобладают высокоразнообразные древесные синузии (до 20 видов деревьев и кустарников), а в напочвенном ярусе сохраняется большинство травянистых видов. В лесах с интенсивным лесопользованием и с укороченным оборотом рубки природный состав (береза, осина, сосна, 2-3 кустарниковых видов в подлеске), в напочвенном покрове преобладают светолюбы. Особенно трудно восстанавливается ранневесенняя травянистая синузия исходного широколиственного леса на бывших сельскохозяйственных угодьях [504].

Разработана методология лесной экологии [402]. В Польше представлены биометрические показатели приживаемости и сохранности смешанных лесных культур из сосны обыкновенной, березы повислой, дуба черешчатого и лиственницы европейской, заложенных на заброшенных пахотных землях 2 методами обработки почвы: прокладка борозд с помощью плуга и сдирания покрова и сплошное рыхление почвенной поверхности. Усиление роста в высоту ювенальных деревьев в первом варианте не дает преимуществ, так как сопровождается замедлением роста диаметра и снижением

устойчивости и сохранности культур [322]. Дан прогноз мелиорации окружающей природной среды [397].

В Бельгии изучено восстановление лесной растительности на пахотных землях, возникших в результате сплошной рубки леса, после которой остались лишь некоторые реликтовые живые изгороди и лесные окаймления. Успешность восстановления лесной растительности зависела от длительности использования местообитания под сельхозугодья (и связанного с этим содержания фосфатов в почве), также от типа оставленного окаймления полей (лесистое или нет) и его общей длины. Полученные результаты подтверждают теорию о способности выживания лесных растений в оставленных живых изгородях окаймлениях, откуда они могут начать повторное расселение на заброшенных сельхозугодьях.

В Болгарии за последние 50 лет лесистость уменьшилась на 3-18 %, что привело к усилению дефляции почвы и снижению урожаев сельскохозяйственных культур на 6-17 %. Создание полезащитных лесных полос привело в течение последующих 5 лет к увеличению урожайности зерновых на 4-7 %, а в последствии на 53-58 %. Общая лесистость на равнине должна быть не менее 8-10 %, а на пересеченной местности 22-24 % [123].

Во Франции на пятнадцатилетнем опыте рассматриваются особенности создания посадок лиственных пород с целью создания живых изгородей. Указываются районы их использования, стоимость устройства, придания им формы и проведения промежуточного пользования в них (заготовка древесины). Оценено влияние живых изгородей на продуктивность сельскохозяйственных культур [510]. В опытах на высоте 1200 м проверяли эффективность живых изгородей: из ели, обрезанной на высоте 1,7 м, аналогичной необрезанной, из рябины высотой 1,7 м и забора из горизонтальных перекладин, высотой 1,7 м. Наблюдения показали, что живые изгороди из лиственных пород эффективны, на нижних же ветвях еловых изгородей накапливается снег, снижающий их значение. Уста-

новлено, что снежный вал перед лиственной полосой защищает посадки от ветра, увеличивает приживаемость саженцев до достижения ими достаточной высоты, позволяющей самостоятельно осуществлять снегозадержание. Там же на участке старого песчаного карьера в Буррине проведена посадка лесных культур, как предшественников будущего леса. Указаны техника выполнения работ, структура посадок, меры по уходу и охране лесных культур от повреждения животными и транспортом. Через каждые 10-15 лет приводится срезание листьев для обогащения почвы органическим веществом [277]. Там же в департаменте Сарта увеличены площади заброшенных сельскохозяйственных земель и проведено их облесение с учетом лесопригодности [280].

Дан обзор плодовой флоры лесов Сербии, флористическое разнообразие видов дикорастущих плодовых в лесах экосистемы [395].

В Португалии проведены экономические оценки агролесоводства [250], характеризуется лесное хозяйство в регионе южнее Тежу [413]. Дана история культивирования тополя производителями сельскохозяйственных угодий и повышение их продуктивности прежде всего в животноводстве: защита от ветра, укрепление почвенного и травяного покрова, использование листьев на корм скоту, в сочетании с промышленным использованием. Не оцениваются экономические и природоохранные проблемы [582].

Планирование и контроль землепользования являются одним из важнейших проблем правительства любой страны. В Италии представлены основные индексы облесенности для различных водосборов, разработана общая методология выработки политики землепользования для различных регионов. Они базируются на формальных методах принятия решений по многим критериям и состоят из 3-х стадий: 1) критерии идентификации и структуризации; 2) критерии многосторонней оценки и воздействии; 3) критерии многоцелевой оптимизации [515].

В Италии в связи с увеличением цен на древесину и с субсидиями фермерам увеличиваются плантации тополя на сельскохозяйственных землях. Дана информация для производителей при выращивании тополей и первые результаты исследований в этой области [242].

Леса аридных земель дают топливную и строительную древесину, в садовом варианте – плоды и орехи, пищу и корма, изменяют микроклимат, приспосабливая его к потребностям сельскохозяйственного производства, предохраняют почву от эрозии. Люди комбинируют эти аспекты в практике землепользования, связанной с их потребностями и социальными ценностями. Поэтому лесоводство на аридных землях более широко может быть определено как управление ростом деревьев и кустарников для улучшения качества жизни людей в аридной среде. Лесоводственная практика на аридных землях включает элементы и приемы, применяемые в экосистемах более умеренного и гумидного климата уникальные для аридных условий, садоводческие, водоохранные, регулирование выпаса и численности диких животных, использование науки для анализа культурных, организационных и экономических возможностей и ограничений [295].

В Германии пример экологического и экономического образца насаждений на границах землепользований в ходе нового структурирования крупных аграрных площадей. Живая изгородь состоит из 2 параллельных рядов густого низкого кустарника, между которыми высаживается 1 ряд местные древесно-кустарниковые породы. Защитные валы создаются из ветвей, обрезаемых в ходе выполнения садоводческих работ. Иногда они достигают 3 м в ширину, 2 м в высоту и 500 м в длину и защищают от повреждения дикими животными. Создаются богатые видами биотопы [403].

Свыше 10 лет на альпийской части Баварии осуществляется программа повышения функциональной способности защитных горных лесов, мероприятия проведены на 10 % площади (12400 га).

Основной объем работ составляют лесные культуры, в отдельных случаях используют технические устройства. Даны рекомендации по подбору древесных пород в зависимости от возможного движения снежных масс, по особенностям размещения посадочных мест. Приведены описания типов технических защитных систем, способов их закрепления на склонах [532].

Обобщаются результаты глобальной инвентаризации существующих агролесоводственных систем (АС) и опыта их внедрения в развивающихся странах, приведенной в 1982-1987 гг. [489]. Международным советом по проведению исследований в агролесоводстве (JCKAF) систематизируются и даются краткие описания АС по растительно-климатическим зонам. АС развиваются не только в тропических зонах, но и в промышленно развитых странах умеренного климата, однако, во всех регионах потенциал АС с точки зрения их экологической и экономической эффективности используется далеко не полностью из-за низкого уровня научного обеспечения внедряемых проектов. Определяются основные направления исследований в агролесоводстве на ближайшее десятилетие, подчеркивается важность развития специальных образовательных и необходимость более активного привлечения международных валютных фондов для проведения научных исследований и внедрения проектов [540].

На XV Международном ботаническом конгрессе в Иокогаме в 1993 г. освящается социально-экономическая важность многоцелевых древесных пород в контексте экономики сельских районов Индии. Обсуждается роль этих древесных пород в увеличении продуцирования биомассы, поддержания продуктивности почв и сохранения базы производства на деградированных землях. Установлено, что естественные леса богаты органическим C и общим N, в то время как леса искусственного происхождения на деградированных земля богаты P. Лесные насаждения в аридных зонах выращиваются для получения товарной древесины, дров, недревесной

продукции, создания ветроломных линий, декоративных насаждений или комбинированных целей. Сельскохозяйственная практика здесь включает использование деревьев как активного компонента агролесомелиорации, лесопастбищной и агролесопастбищной систем, для восстановления маргинальных и деградированных земель (засоленных, подтопленных, дефлированных и др.). Древесные плантации требуют больших денежных и физических затрат (орошение, удобрение и др.). Неправильное использование этих средств может привести к деградации окружающей среды.

Рассмотрены общие взгляды на роль лесов в деле охраны и защиты окружающей среды (включая охрану водных ресурсов, защиту почв от эрозии, влияние на локальный климат и уменьшение вредных воздействий эмиссии газов, охрану естественных местообитаний и биологического разнообразия); защитные природоохранные функции лесов в отдельных хрупких средах (особое внимание горным лесам в связи с ведением лесного хозяйства на водосборах, сохранение лесов на сухих землях, охране лесов в прибрежных экосистемах и на сырых землях [311].

В Японии лесоводство представляют как отрасль сельского хозяйства [12]. Обыкновенные характеристики фаунистического разнообразия в тропических продуктовых лесах на востоке центральной Азии. Satoyma – традиционный сельский ландшафт Японии, где неустроенные леса часто играют существенную роль и традиционные экологические знания, необходимые для человеческих натуральных систем [363].

Относительно мало исследований проведено в Африке. Установлено, что сильная обрезка сучьев гревиллеи крупной в агролесоводственной системе Кении заметно сокращала потребление воды деревьями и улучшала произрастание кукурузы в междурядьях (Jackson N., Wallace J., Ong., 2000). В этой связи использование радиоактивного зондирования источников воды, потребляемых растениями, представляет большой интерес при изу-

чении взаимодействия видов растений, выращиваемых в междурядьях систем агролесоводства, особенно когда они сильно различаются по жизненным формам [227]. Распределение стабильных изотопов в пределах системы почва – растение – атмосфера является индиактивным в гидрологических процессах и функциях растений. В этих исследованиях устанавливают действие климатических факторов, физических свойств почвы и способности деревьев перераспределять влагу в почве. Все это дает возможность оценить количественное участие разных источников влаги в почве для использования растениями и провести моделирование роли этих источников.

В Танзании в агролесоводстве Морогора определили роль и биомассу молодых насаждений эвкалипта *Eucalyptus tereticornis* [198].

Рассматриваются проблемы и особенности ведения лесного хозяйства на сельскохозяйственных землях в Китае, США, Канаде, Великобритании, Франции и Центральной Азии. Анализируются различные способы подбора пород и создания промежуточных сельскохозяйственных культур в междурядьях (зерновых, бобовых, цветочных культур и пр.) [263]. Исследуются проблемы интенсификации выращивания злаковых культур в междурядьях дубовых лесных полос, способы оптимальности лесных полос в умеренной зоне Европы. Анализируются возможности использования техники для осуществления сельскохозяйственных операций в междурядьях дубовых культур, способы оптимального размещения культур, особенности применения удобрений и пестицидов с учетом густоты и видового состава посадок. Обосновывается целесообразность ведения агролесоводства как составного элемента общеевропейской сельскохозяйственной политики [371].

В США в штате Небраска предложена подрезка деревьев на границе ветрозащитных лесных полос и посевов сельхозкультур, как прием ослабления конкуренции за влагу и питательные веще-

ства и снижение урожая культур. Обрезка произведена на посевах сои на расстоянии 0,75Н (Н-высота лесополос). При этом содержание влаги в слое 0-45 см увеличилось на 3,5 % [348].

В США в условиях фермы с 260 га до допустимых путем террасирования при создании буферных полос из трав (при отводе под эти мероприятия) стоимость земли составляет 1124-1129 долл./га. В сравнении с этой величиной, снижение потерь почвы до допустимых при помощи древесных контурных полезащитных лесных полос, в которых выращиваются сосна на новогодние елки, черный орех на древесину, повышают стоимость земли на 125, 12 и 45 %, полосы из платана западного на энергетическую массу, снижают на 14 %. При меньших размерах ферм экономическая эффективность выше [585].

В юго-западном Онтарио внедрение системы агролесоводства в Канаде позволило бы вовлечь в производство неиспользуемые сегодня низкопродуктивные сельхозземли (~31 млн га), способствовало бы уменьшению эрозионных процессов и экологической стабилизации. Дополнительно могла бы быть получена продукция на 4-5 млн га, цены на которую стабильно растут. Ведутся исследования по подбору древесных пород, выбору методов и технологий посадки деревьев, методов борьбы с сельскохозяйственными вредителями, продуктивности биомассы [473].

На юго-востоке Пенсильвании (США) серпентиновые пустоши представляют собой саванну с быстрой сукцессией леса, предположительно вследствие пожаров. Установлено, что инвазия сосны позитивно влияет на глубину почвенного слоя, содействует дальнейшей сукцессии в направлении развития леса [217].

В США успешно проводят лесовосстановление в пойменной долине Миссисипи [275].

Даже в тропиках создание лесонасаждений благотворно сказывается на микроклимате местности и гидрологическом режиме почв, снижает интенсивность эрозионных процессов, повышает

плодородие почв. Виды растений, используемые при агролесомелиорации, часто служат непосредственными источниками продуктов питания, кормов, топлива и сырья для промышленности. Из них особо продуктивными являются баобаб, кокосовая пальма и др. В агропроизводственных системах Бразилии изучается продуктивность кукурузы, фасоли и плодовых древесных пород: персиковой пальмы, ананаса, маниоки съедобной, макодомии и др. Аграрная территория в муниципалитете Сумаре может служить примером возникновения экологических проблем в результате нерациональной обработки почвы. Для решения этих проблем предпринимается попытка отбора древесных и сельскохозяйственных растений для использования в агролесоводственных системах. Эти системы тестировались на экологическую безопасность для сельскохозяйственного землепользования в районе и особенно для водоохранных зон городов [479]. На неплодородных глинистых почвах тропической Амазонки наиболее пригодна для использования в качестве компонента агролесоводства древесная культура капуасу (Schroth Y., 2001).

Угрожающие темпы обезлесивания в Панаме ведут к значительным потерям биоразнообразия, местной нехватке древесины, усилению эрозии почв и заливанию водоемов [796]. Главной причиной сведения леса является экспансия границ сельхозугодий путем сменной обработки краткосрочных залежей. Эта система землепользования становится все неустойчивее из-за роста народонаселения и уменьшения доступных сельхозземель и часто ассоциируется с низкой продуктивностью полевых культур и снижением почвенного плодородия. Лесоводство с промежуточным сельхозпользованием (выращивание полевых культур в междурядьях, выпас скота) имеет потенциальные социально-экономические и экологические преимущества для мелких лесовладельцев. За последние 20 лет в Панаме число агролесоводственных проектов резко возросло, но мало известно об их по-

следствиях. Поэтому требуется анализ главных факторов, препятствующих росту агролесоводства, и необходимы рекомендации по их устранению.

Проблемы противоречий сельского хозяйства и лесоводства хорошо известны в отличие от примеров их успешного сочетания. Рассматриваются возможности реализации вопросов сочетания в экологическом, социально-экономическом аспектах. Даны оптимальные способы организации земельного фонда для одновременного успешного ведения сельского хозяйства и лесоводства на локальном, региональном и более высоких уровнях [481].

В Бразилии по материалам обзора публикаций [110] конверсия девственных лесов за счет выборочной рубки деревьев на лесосплав, сплошной вырубки и выжигания в пашню и пастбища продолжается и будет продолжаться, поскольку возрастает потребность в древесине и расширении сельхозугодий страны. При выжигании лесов наблюдаются большие потери C и N. Быстрое истощение плодородия почв пашни и пастбищ происходит при неправильном их использовании. Эти изменения в плодородии оказывают неблагоприятное влияние на восстановление древесной растительности на участках заброшенной пашни и пастбищ [350]. Там же изучали землепользование в бассейне реки Капивара методами фотоинтерпретации вертикальных аэрофотосъемок в 1962 и 1977 гг. Обнаружены землепользования: лес, облесенное пастбище, плантации кофе, сахарного тростника, кустарниковых зарослей, различные 1-летние сельхозкультуры, плодовые сады, пруды и др. Сделан вывод, что интенсивное обезлесивание и нерациональное землепользование бесконтрольно продолжается. Кустарниковые заросли, естественные и искусственные пастбища и леса преобладают на низко- и среднеплодородных почвах. Кустарники и лес заменились однолетними культурами, пастбищами, а плантации кофе – сахарным тростником [233].

Объектом экологического лесоиспользования в т. ч. сельского

агролесного землепользования (АЗ) служит комплекс взаимоотношений между лесными и сельскохозяйственными ресурсами и естественными условиями жизни леса, пашни, пастбища в пределах территориальной единицы землепользования АЗ предлагается брать водосбор малых рек. Индикатором слежения могут быть качество и величины стока воды в реку. Другими критериями могут служить уровень продуктивности биогеоценозов, количество потерь при АЗ. Эффективность воспроизводства и эксплуатации ресурсов может осуществляться лишь при комплексном планировании мероприятий агрономического лесохозяйствования и др. только при соблюдении санитарно-гигиенических требований [94].

Изложено содержание доклада на Международной конференции на Мадагаскаре 23-28 марта 1998 г., посвященной опыту освоения саванных земель Бразилии. Представлена концепция, основанная на разработке эффективных методов эксплуатации малоосвоенных территорий саванн влажного тропического пояса Земли, могущих стать одним из основных источников населения планеты в XXI в. Анализ опыта сельскохозяйственного освоения этих земель показал неэффективность применения на них методов хозяйствования, используемых в зонах умеренного климата, в результате чего предложена новая концепция, адаптивная к специфическим почвенно-климатическим условиям тропической зоны: цикличность, периодичность и состав сельскохозяйственных культур, порядок чередования и агрономия выращивания кормовых культур, цикличность их оборота с соответствующим применением определенных для каждого цикла видов удобрений [549].

Изучены аспекты проблемы экологической конкуренции и взаимовлияемости между деревьями и сельскохозяйственными культурами; экономическая оценка агролесной практики, принятие и модифицирование агролесных инноваций сельским населением в тропических лесах [4].

В Латинской Америке местное туземное население выступа-

ет мощным фактором перераспределения лесных ресурсов в находящихся под угрозой разрушения экосистем тропического леса. Утверждается необходимость фундаментальных изменений в официальном признании и демаркации местных территорий для реализации их экономического потенциала. Проведено сравнительное изучение различных национальных моделей землепользования для местного населения в сопоставлении с новой моделью, предлагаемой местными организациями. Но только местное население не должно подвергаться определенного уровня контролю над его территориями и ресурсами, но необходим и новый тип партнерства между местным населением, научными обществами, национальными правительственными и международными для ведения национального хозяйства в тропических лесах [385].

Заброшенные сельскохозяйственные земли могут быть освоены под лесные культуры. Так, на юге штата Тамаулипас в Мексике в субгумидном климате на высоте 321м над уровнем моря на вертисолях тяжелосуглинистых успешно произрастала цедрела душистая (*Cedrela odorata*) [510].

В Аргентине в провинции Мисеонес заготавливается около 70 % деловой древесины. Субтропический климат с суммой осадков 1700-2400 мм. Вырубка лесов сопровождалась резким изменением растительного покрова, деградацией почв. На облесенных участках лучше других росли *Jlex paraquariehlis, Enterolobium contortisiliquum, Astronium balansae*, а на богатых почвах – *Balforodendron riedelianum*. Для ускорения окупаемости желательно включать пальму *Euterpe edulis* [456].

В районе с богатым количеством годовых осадков в Коста-Рике изучены 4-5-летние совместные посадки кофе и эвкалипта. Несмотря на свой быстрый рост, деревья эвкалипта не оказывали отрицательного влияния на рост, урожайность и минеральное питание кофейных деревьев [535].

3.2. Агролесоводство на лесных и облесенных землях

Землепользование в лесах теплых стран еще более многогранно и продуктивно. С этих позиций рамки земледелия, обычно традиционно нацеленного на выращивание сельскохозяйственных травянистых растений, должны быть значительно расширены. Очевидно, что здесь широкое поле деятельности для агролесоводства, относительно нового направления в земледелии.

Обсуждена стратегия земель в сельском хозяйстве [524], советуют новые лесозащитные мероприятия для практики [467], предложено создание агрокультур на вырубках [138], разработана методология исследований в лесо-луговых экосистемах [402].

Деградированные, низкокачественные, так называемые маргинальные земли занимают громадные площади. Анализ биологических и экономических данных 94 государств указывает на целесообразность освоения земель [272]. Древесные и кустарниковые (включая и плодовые) породы при совместном произрастании с сельскохозяйственными культурами обеспечивают восстановление деградированных земель, охрану почв, улучшают микроклимат, водообеспеченность, повышают урожайность сельскохозяйственных культур.

Ниже сведения о агролесоводстве излагаем в последовательности: восточное полушарие с севера на юг и западное.

В Западной Европе рассматривается вопрос о комплексном использовании сельскохозяйственных угодий не только для производства продукции, но и для получения топлива в виде древесного сырья. Это позволяет обеспечить лучшие условия для охраны окружающей среды и повышает общую рентабельность использования земельных угодий. Рассмотрены особенности рекомендуемых древесных и кустарниковых пород, а также технологии их выращивания с учетом достижений науки и техники. Обсуждаются преимущества и возможные проблемы агроэнерголе-

соводства [442].

В Великобритании предлагается использование электронной таблицы при экономическом моделировании агролесоводственных систем. Даны методические аспекты экономической оценки системы использования земель, используемых одновременно в сельском и лесном хозяйстве для выращивания тополей, зерновых и овцеводства. Рассматриваются сценарии альтернативных цен на продукты агролесоводства при различной продуктивности земель [581].

Во Франции разработана интегральная планирующая модель для сельскохозяйственной фермы с прилегающим лесным участком. Решается проблема среднесрочного планирования хозяйственной деятельности многоотраслевых фермерских предприятий, на которых практикуются сельскохозяйственное и лесохозяйственное землепользование с получением недревесной лесной продукции. Происходит одновременное решение производственных сельскохозяйственных и лесохозяйственных проблем. Модель рассматривает также возможности инвестирования денег в планово-финансовые задачи. Даны примерные расчеты для 2-х и 10-летнего периодов землепользования. Выдается единый промфинплан [322].

Анализ почвенных биологических связей в совместных лесных (еловых) и сельскохозяйственных (картофель) культурах в условиях Чехии позволил определить агролесоводство как высокоэкологический и экономически целесообразный способ использования земли. Рассматриваются особенности технологии выращивания сельскохозяйственных культур на узких полосах между деревьями – alley cropping system. Опыты показали, при длительном бессменном возделывании кукурузы и коровьего гороха урожайность (*У*) их ежегодно падала, соответственно на 340 и 96 кг/га, причем снижение *У* и деградацию почвы наблюдали и при применении удобрений при широких междурядьях. Урожайность была выше, чем при узких, несмотря на снижение количе-

ства опада, рассматриваемого как органическое удобрение. Делается вывод, что уровень научных знаний по биофизическим процессам, протекающих у растений при данной технологии, существенно ниже, чем по традиционным сельскохозяйственным и лесохозяйственным технологиям. Необходимо изучить динамику поглощения питательных веществ у сельскохозяйственных культур и древесной растительности, напряженность конкуренции у них за воду, элементы питания и свет. Возможно и аллелопатическое взаимодействие [409].

Агролесоведение, представляющее наличие древесно-кустарниковую растительность на полях, является перспективной системой использования земли. Она предотвращает деградацию и обеспечивает восстановление деградированных земель, улучшение накопления влаги, улучшает окружающую среду, повышает продуктивность земель [622].

В Грузии в связи с трансформацией системы землепользования на рубеже XX и XXI в. активизировались эрозия почв, оползни, дегумификация, агрогенная эволюция почв [318].

В Азербайджане (А. М. Гулиев, 2006) улучшение экологического и агрохимического состояния загрязненных почв Апшеронского полуострова проводится в следующих направлениях: повышение агротехники земледелия, садоводства; озеленение, создание лесных массивов, водосборных бассейнов и водохранилищ; создание жилищных массивов.

Рассматриваются основные актуальные научно-исследовательские проблемы агролесоводства в Европе. Анализируется технология создания лесных культур с учетом среды обитания, подбора пород, способов борьбы с сорными растениями, применения удобрений и защита от травоядных. Отмечены особенности ухода за культурами, проведения чисток прореживаний и возобновления насаждений. Учтены кормовые ценности агролесных ресурсов, качество древесины, конкурентные взаимоотноше-

ния древесных пород и травянистых растений, а также особенности эксплуатации агролесных систем [209].

Рассматриваются различные формы агролесоводства, практикуемого в умеренных зонах Европы. Используются как традиционные, так и радикально новые формы агролесоводства в соответствии с актуальными потребностями хозяйства, а также отмечен ряд социально-экономических и технических проблем, возникающих при внедрении этих форм в практику. Выявлена недостаточная разработка юридических и регламентирующих норм, ограничивающих использование некоторых форм агролесоводства [317].

Описано проведенное Национальным институтом сельского хозяйства исследований Франции изучение первых опытов совместного агро- и лесоводства в департаментах Лангедок – Руссийон. Опыты земледельцев с целью комплексного использования земли под выращивание качественной лиственной древесины с одновременным разведением овец, коз, лошадей, быков и др. Для каждого опытного участка выбирались индивидуальные флористические и фаунистические параметры, исходя из его специфических географических, климатических и почвенно-экономических характеристик. На ряде отдельных участков испытывалось совместное выращивание ценных пород деревьев с продуктами полеводства: ореховых деревьев с твердыми сортами пшеницы, олив с виноградом, черемши с фуражным зерном. Сделана общая положительная оценка и выработаны первые предварительные рекомендации [230].

В Португалии на прибрежных дюнах представлена картина существующего землепользования и ведения лесного хозяйства на облесенных дюнах на протяжении от г. Овар до г. Фагейра-да-Фош на площади 31,3 тыс. га [602]. Сообщается о состоянии и перспективах рационального землепользования в лесах Эдгоро: агролесоводства, агролесопастбищного хозяйства, садоводства в горной местности [438]. В стране басков обсуждается совмеще-

ние лесного и лесопастбищного хозяйства [495].

Исследования в Болгарии [26] показали, что достижения в агролесоводстве способствуют преодолению отрицательных последствий повышенной энергозатратности сельхозпроизводства, смягчению воздействия глобальных изменений, помогают бороться с опустыниванием и повышают биоразнообразие при одновременном достижении уровня разнообразного, дешевого и высококачественного производства растениеводческой и животноводческой продукции. Задернение междурядий сливовых садов оказывает сильное противоэрозионное влияние, не требует дополнительного внесения удобрений, укосов и вывоза травянистой массы. Травянистый покров не скашивают, а обрабатывают 2-3 раза в год низкими дозами гербицидов (раундап 800 мл/га). Рост и плодоношение оптимальное [571].

В различных районах Турции выращивали кукурузу, сахарную свеклу, горох, фасоль, томаты в насаждениях тополя. Проведено сравнение экономической выгоды от использования 11 вариантов сочетания тополя и сельскохозяйственных культур [269]. Там же проводятся исследования по почвозащитному земледелию и внедряются рекомендации по почвозащитному земледелию на фермах [623].

Для внедрения научно-технических достижений необходимы проекты землевладений, разработанные на агроландшафтной основе. В числе основных мер предлагаются следующие: предотвращение потери гумуса на пашне, предотвращение водной и ветровой эрозии, сохранение и восстановление лесных массивов, сохранение всех видов экосистем и лесовосстановление, озеленение городов и населенных пунктов, научных исследований по борьбе с опустыниванием [459].

Дан анализ экологический анализ зоны Канала двух морей, соединяющий средиземное и атлантическое побережья Франции, причисленного ЮНЕСКО к памятникам мировой культуры. Изло-

жены география, история создания, его экономическое, туристическое и культурное значение. Описаны комплексные межведомственные мероприятия по благоустройству канала, по восстановлению лесонасаждений на берегах, сделан вывод об экологической опасности промышленных посадок тополя, проводящихся ранее, и показывается целесообразность замены его на платан [211].

Приведен обзор состояния лесного хозяйства Украины и перспектив его развития в сфере природоохранной деятельности, заповедного дела и сохранения биоразнообразия в лесных комплексах в свете заданий, поставленных перед аграрным сектором развития агролесосистем на период до 2025 г. [176].

На Украине формирование агролесного ландшафта наиболее благоприятно для устойчивого развития сельскохозяйственного производства. Для защиты земли и посевов на полях более чем на 430 тыс. га созданы полезащитные полосы, общая протяженность которых более 320 тыс. км. Под их защитой находится более 13 млн га (40 % пашни). По берегам больших и малых речек заложено 160 тыс. га защитных насаждений, в степной зоне – 800 тыс. га леса. Защитное значение лесных насаждений вокруг водохранилищ в степи намного больше стоимости древесной и другой продукции, которую они могут дать после вырубки. Так, ежегодная прибавка валового сбора зерна на почвах под защитой их более 70 тыс. ц. Прибыль от использования древесины, определенной по среднегодовому приросту, составляет лишь 17,88 % комплексной годичной эколого-экономической оценки этих насаждений, тогда как от выполнения лесом защитных функций (водоохранных, почвозащитных и полезащитных) – 36,95 %, санитарно-гигиенических и рекреационных – 42,00 % [430].

Рассмотрены первые попытки (1948г.) озеленения золоотвалов в Донбассе. Детально изложено озеленение отвалов в Чиатурском марганцево-рудном и Александровском буроугольном бассейнах. В Криворожском и Керменском железорудном бас-

сейнах проводилось озеленение отвалов путем высадки деревьев и кустарников на суглинки. Даны примеры рекультивации отвалов и отработанных карьеров под пастбища и сенокосы. На отвалах культур путем создания черноземного слоя 40-50 см и внесения минеральных и органических удобрений. Большой вред плодородию земель приносят кислые осадки [360].

В рамках общего рынка стран ЕС обсуждаются меры по предотвращению производства излишков продукции, в результате которых предполагается высвобождение (или перепрофилирование для другой продукции) ~7 % сельхозугодий в ФРГ. Рассмотрены способы облесения также площадей: создание лесных плантаций (с оборотом рубки 5 лет), по производству древесной щепы, топливной древесины, а также лесных культур с укороченным оборотом рубки [426].

В последние годы качество продукции лесного и сельского хозяйства и рыночная цена снижаются. Необходима переориентация целей и связей этих двух отраслей. Возможно сближение общих интересов. Предлагается организовать профессиональное обучение земледельцев лесных и сельскохозяйственных хозяйств [299].

Рассматриваются проблемы ведения агролесоводства в развивающихся странах. Показано, что эффективность агролесоводства связана с техническими и социально-экономическими особенностями его влияния. Отмечена необходимость выращивания высокопродуктивных пищевых культур в агролесоводственных системах. Требуется решение сложных проблем управления за созданными системами [228].

Рассмотрены вопросы управления сельскохозяйственного пользования в национальных парках, дан обзор влияния сельскохозяйственной деятельности на ресурсы парка и биоразнообразия на сельское хозяйство [51].

Изучена деградация тугаев в Средней Азии и представлено агролесомелиоративное обустройство агроландшафтов [172].

Одним из основных мероприятий оздоровления экологической ситуации в национальном природном парке "Аслы-Куль" является лесная мелиорация. Планируется создание водоохраной зоны вокруг озера, используя мероприятия по облесению и залужению на прилегающей территории шириной 300 м и площадью 1440 га, а также сплошные и куртинные леса на эрозионноопасных территориях (850 га). Рекомендуется стланиковая форма дуба в сочетании с кустарниками, березой бородавчатой. Днища понижений облесять кустарниками: ивой, смородиной черной и черемухой. На склонах долины создавать лесополосы [23].

В Восточной Азии в агролесосистемах предлагают выращивать ценные продуктивные культуры арабского кофе [251].

Во Вьетнаме изучали семь видов землепользования в экосистемах естественных пастбищ и обустроенных [554].

В Китае имеется огромное население при ограниченных ресурсах сельскохозяйственных земель. Чрезмерное сокращение обрабатываемого земельного фонда с 1960-х гг. привело к ослаблению ресурсной базы производства продуктов растениеводства. Требуется совершенствование законодательства и средств его осуществления с целью ужесточения системы планирования земельных угодий [508].

Проект "Конверсия пашни в лес и луг" (ССРУР) в Китае осуществляется в верховьях р. Янцзы и среднем течении Хуанхэ. Применительно к конкретным выделены типичные субрегионы с трудно восстанавливаемой растительностью. Изучен набор древесных видов, предложены модели с комбинацией экологических, экономических и социальных полезностей с учетом географических границ, природных условий, главных лимитирующих факторов, технических концепций, структуры лесных и травянистых типов растительности [421].

В Китае провинции Шаньдун исследования проводили на землях с ровным рельефом с разной продолжительностью транс-

формации пашни (20 и 10 лет) под лес (белая береза) или плодовые насаждения (яблоня). Почвы имели pH 6,4-7,1, содержание $N_{общ}$ 0,051-0,11 %. Рекомендовано до посадки плодовых деревьев или леса предварительно проводить посев многолетних трав для ослабления эрозии почвы. Под лесом различного возраста были различия в содержании органических веществ, но оно меньше, чем под лесом вследствие отбора листвы на топливо [323].

В Китае на сельскохозяйственной равнине в связи с имевшим место в последние годы усыханием разработаны меры по охране и расширению насаждений *Zelkova schneideriana* [602].

Рост и приживаемость кактуса колоновидного *Pachycereus pringlei* в условиях островков песчано-глинисто-суглинистой почвы из-под деревьев увеличивалась при 50 % притенения, создаваемого спелыми древостоями *Prosopis articulata*. При внесении N-удобрений рост увеличивался в 2 раза, а при внесении P и K – незначительно [247].

В Китае посадки пожароустойчивых древесных пород на несформированных почвах шириной 10-15 м могу создать высокоэффективный и экономичный биологический защитный пояс [614].

Разведение лесов в пустынной и полупустынной зонах имеет многоцелевое назначение. К тому же деревья являются главной составляющей смешанных систем землепользования в сельском хозяйстве. В последнее время древесные насаждения используются для восстановления маргинальных и деградированных земель. При этом методики закладки насаждения, его выращивания и поддержания существенно зависят от вида дерева, назначения насаждения, его социально-экологических характеристик. Описаны различные методики создания и ухода за насаждениями в зависимости от условий местонахождения и ожидаемой выгоды [347].

На севере Китая, во внутренней Монголии в пустыне Аякса создавали искусственные фитоценозы с кустарниковыми и полукустарниковыми видами (*Artemisia sphalrocephala*). Изучали рост и

репродукцию растений различной популяционной плотности и связь между биомассой и влажностью почвы в слое 0-40 см. Из разных вариантов плотности наибольшей продуктивностью на 1 растение отличилась наиболее разреженная популяция (1,1 растение/м^2). Очень низкая отмираемость была при плотности 1,1 и 2,1 растение/м^2. Оптимальной признана густота – 2 растения/м^2 [647].

Изучали продуктивное сосуществование древесных пород и получаемую прибыль при выращивании промежуточных культур в междурядьях *Taxodium ascendens* в КНР провинции Цзяньсу. Охарактеризованы особенности взаимодействия деревьев с промежуточными культурами. Создана модель для описания продуктивности их сосуществования. Идентифицированы адаптация и распределение ресурсов как главные факторы преимущества комбинации видов в агролесоводстве. Промежуточные культуры дают преимущества в сравнении с монокультурой деревьев или возделываемых культур. В насаждениях *T. ascendens* вплоть до 3-го класса возраста на долю пахотных культур приходилось 50-80 % общего урожая биомассы в агролесоводственной системе. Промежуточные культуры существенно не влияли на рост в высоту и радиальный прирост стволов, не повлияли и на рост промежуточных культур [352]. Отмечена конкуренция в рядовых посадках деревьев с временным выращиванием сельскохозяйственных культур. Определено распределение, динамика и поглощение азота почвы [417].

В аридных и семиаридных регионах на западе Китая возврат бывших пахотных земель к лесам и лугам улучшает экологию и снижает эрозию почвы, но фермеры при этом несут потери. Рассматриваются проблемы экономической компенсации этих потерь. Во многих районах Западного Китая фермерские участки располагаются на крутых склонах. Построена логистическая кривая роста экономических компенсаций, описывающая динамику фермерских доходов в ходе ТСГУ. Моделирование элементов дохода позволяет формулировать различные компенсационные стандарты, приводя-

щие к 5 различным вариантам. Обсуждаются 4 аспекта проблемы компенсационного перевода пашни в лес и луг [349].

В Китае в пустыне Гоби описан опыт применения фитомелиоративных приемов закрепления подвижных песков, борьбы с ветровой эрозией, сельскохозяйственного освоения земель под фитомелиоративной защитой во внутренних и окраинных районах пустыни (Лёссовое плато) [291].

В Китае предложена технология продуктивности почвы тополевой плантации с промежуточным выращиванием сельскохозяйственных культур [430].

На юге Китая по методике попарного сравнительного анализа проведена подробная оценка экономических, экологических и социальных полезностей 3 типов агролесоводственных систем. Агролесоводственные системы на основе сочетания куннингамия ланцетная – *Aleurites fordii – Mesona chinensis* оказались наиболее полезным [378].

В Китае цитрусовые (*Citrus reticulata*) высаживали на площади питания 3 × 3 м, сою сеяли в междурядьях цитрусовых (35 × 30 см). При совместном выращивании мобильность *P* по профилю почвы усиливалась, *P* из более глубоких слоев перемещался в поверхностный слой быстрее [649]. По данным 9-летних полевых опытов в районе Лисяхе, провинция Цзяньсу рост деревьев *Taxodium ascendens* несущественно изменился при выращивании в междурядьях пшеницы, рапса, сои и маша. Молодые деревья (до 3лет) не снижали урожаев полевых культур. В древостоях старше 4 лет при густоте 1667 стволов/га 4 различных схемах посадки урожайность культур снижалась, но при выращивании райграса в 6-7-летних древостоях – повышалась, т. е. урожайность повышается при замене светолюбивых культур теневыносливыми. Управляемые агролесоводственные системы имеют преимущества перед монокультурами деревьев или полевых культур [355].

В Китае анализировали данные 7 метеорологических стан-

ций, включавшие 10 климатических показателей, с целью сравнения результатов воздействия на микроклимат различных агроклиматических методов, предусматривающих создание полезащитных полос. Положительное воздействие этих полос на формирование микроклимата и соответственно повышение урожайности сельскохозяйственных культур очевидно, однако при условии, что лесистость составляет не менее 20 % [435].

Изучали технику водо- и почвозащитного лесоразведения с использованием 4 управленческих моделей: агролесомелиоративной, лесотравяной растительности, лесолекарственных культур и лесоплодовых деревьев на примере Западного Ляонина. Полученные результаты свидетельствуют о том, что возможно достижение не только высоких экономических показателей, но и экологических и социальных преимуществ при комбинированном использовании всех 4-х моделей [603].

В Китае на базе обширных исследований дан анализ потенциала агролесоводственной практики с экосистемной точки зрения. Представлены базовые принципы развития агролесоводства, которые обеспечивают теоретическую основу для проектирования и планирования модели крупномасштабных агролесоводственных комплексов [440].

Подсчеты экономической, экологической, социальной и общей выгоды на отмели реки в Китае показали, что агролесная экосистема существенно превосходит систему с доминированием *Phragmites communis*. Оптимальной моделью регуляции оказалась модель прореживания системы, выбор некоторых промежуточных культур, которые должны обладать большей экономической ценностью [32, 570].

В южных районах Китая под агролесохозяйственными насаждениями куннингамии заметно улучшалось плодородие почвы, но при дополнительном введении сои или табака для его поддержания требовалось снижение интенсивности обработок и внесение удоб-

рений [596]. Наряду с агролесоводственной системой куннингамии ланцетной перспективна и система *Coix lakryma-johi* [638]. На юге провинции Шаньси установлено, что интенсивность освещения является ключевым фактором, влияющим на продуктивность выращивания пшеницы. Наибольший урожай отмечен при использовании схемы посадки тополей 3 × 12 м [427].

На склоновых землях в долине р. Янцзы в районе водохранилища Трех Ущелий установлено, что наилучшее удержание от смыва и выщелачивания питательных веществ из почвы обеспечивают два типа агролесохозяйственных структур: выращивание экономически важных лесных пород на террасированных склонах и на склоновых сельскохозяйственных землях (Huand Rungnan и др., 2000).

Промежуточное выращивание сельскохозяйственных культур и тополя на песчаных почвах вдоль русла Желтой реки оказалось вполне продуктивным при значительном увеличении ширины междурядий (Shi Mingzhi, 2003).

В Буркина Фасо в субсахельской зоне практикуется накоплением влаги с микробассейнов в понижениях (Zai). В тропической железистой лессивированной почве (I) и эутотрофной бурой (II) в качестве удобрений использовали компост из древесных листьев и соломы, NPK удобрения и $N_м$. Наблюдали за биологической активностью почв в поверхностном слое и с глубиной по профилю. Органические и минеральные удобрения усиливали биологическую активность в I и II. Физико-химические свойства I были менее благоприятными, чем II, что сильно отражалось на их биологической активности. При наличии растительного покрова биологическая активность почв была намного сильнее, ослабевая с глубиной по профилю. Общая микробиомасса почвы больше под растительным покровом в II по сравнению с I. Независимо от растительного покрова, использование приема "Zai" заметно улучшало биологическую активность II [651]. Подобные исследования связаны с изменением растительности [76].

В южном Мали в катеновом парке при возделывании хлопчатника и зерновых на некоторых полях в продолжении 30 лет получали значительные урожаи, что объяснялось положительным влиянием растущих на полях деревьев *Vitellaria paradoxa*. В проведенных исследованиях взаимосвязей между возделываемыми культурами и плодородием почвы в зависимости от растущих на полях деревьев на наклонной катене, что в нижней части склона произрастало 24 дерева/га, покрывающих 8 % поверхности почвы с образованием ежегодно 36,7 кг листьев на дерево и поступлением в опаде N_{19}, P_1, K_{19}, Ca_{29}, Mg_{10} г/м^2·год. Содержание в почве C и N под кронами деревьев было существенно выше, чем на открытом пространстве. Число деревьев в средней части склона было существенно меньше – 3 дерева/га, а в средней части – лишь 1,5 дерева/га, ослабевало их влияние на почву. В нижней части катены воздействие деревьев отражалось на плодородии всего поля, что создавало благоприятные условия для возделывания культур [585].

В Северном Камеруне в условиях выпадения 1200 мм осадков биотехнологические циклы основных питательных веществ зависят от использовавшихся видов деревьев. После рубки древостоев и сжигания порубочных остатков ионообменные свойства почвы улучшались под всеми породами. Улучшение статуса органического вещества в почве отмечено только в варианте *Acacia polyacantha*. Использование почвенного пула N зависело от климатических условий и запашки органических веществ в почву. При последующем выращивании кукурузы наблюдались периоды видимой иммобилизации минерального N. Обогащенность почвы органическим веществом тесно отражалось биоиндикаторами плодородия почвы. Надземная биомасса, развитие корней и урожай зерна кукурузы очень зависел от применявшихся видов деревьев во время первого периода, и лучшим считалась *A. polyacantha* [379].

В Эфиопии на горах выборочно лесные насаждения используют для отопления [282].

В Судане, Западном Дарфуре изучена мелиоративная роль акации *Acacia albida* и других лесных видов в агролесоводстве ферм [459].

Рассчитана экономическая эффективность агролесных ферм в Миссури [407].

Изучали повышение продуктивности низинных грунтов и твердой древесины лесов в поемной долине Нижней Миссисипи и улучшение гидрологии, чистоты воды, ведение сельского хозяйства фермерами, лесоводство на маргинальных угодьях, восстановления их экологии [324].

В Южной Африке (ЮАР) из-за подкисления почвы встает вопрос о перемещении на север континента. Из лесных пород сильно подкисляют сосна, эвкалипт и акация, а из многочисленных сельскохозяйственных культур – чай [513]. Бамбара (*Vigna subterranea*) широко распространена, как зернобобовая культура. Проблемой при ее выращивании является оседание и самоуплотнение почвы, широко распространенное явление в северо-западных провинциях ЮАР, соседней Ботсване. Изучали эффективность 3,0 т/га гипса, 1,0 т/га гель-полимера, 3,0 т/га травяной мульчи, 5,0 т/га навоза. Почвенные мелиоранты и мульча повышали всхожесть семян, завязывание плодов, урожай плодов и зерна в ряду: мульча > навоз > гипс > полимер-гель > контроль [451].

Для защиты от ветра цитрусовых в Северной провинции ЮАР используют казуарину. Однако вегетационные исследования показали, что поступление больших количеств листьев казуарины в почву ухудшало рост цитрусовых культур и агрохимические свойства почвы (подкисление, засоление). Поэтому необходимы коррективы в ассортименте защитных лесных культур, в частности почвоулучшающих и оказывающих аллелопатическое воздействие на цитрусовые (Mashela P., 2001),

Важным резервом повышения плодородия почв в земледелии лесных районов является использование листьев в качестве

удобрений. Так, муниципальные сборы опавших листьев на пылеватом суглинке учебной фермы близ Питстауна в штате Нью-Джерси США на протяжении четырех лет в дозах по 22,5 и 45,0 т/га сухой массы повысили содержание в почве органического углерода и азота с 1,39 и 0,10 % до 1,84 и 0,20 %, pH с 6,2 до 6,4, емкость обмена с 10,3 до 11,4 мг-экв/100 г почвы и не привели к накоплению избытка тяжелых металлов, особенно Cu, Pb [632]. Мульчирующие материалы из свежесрезанной биомассы тропического бобового дерева *Calliandra calothrysus* также способствовали улучшению питания и накоплению биомассы фасоли [633].

Изучение обогащения почвы азотом бобовыми деревьями и кустарниками при аллейной посадке на кукурузных полях в Ибадане (Нигерия) показало что *Albizia lebbeck* увеличивает прирост и урожайность кукурузы, хорошо переносит четыре обрезки и не страдает от термитов [634]. Из-за низкой скорости разложения листья и ветки дольше сохраняются в качестве мульчирующего материала. При использовании азотофиксирующих древесных растений возврат азота при обрезке возрастает до 49-59 %. Междурядное размещение лесной древесной культуры *Gmelina arborea* с пищевыми культурами ямса, кукурузы и маниоки повышало содержание в почве азота и фосфора, несколько уменьшало содержание органического углерода (Ojeniyi S., Agbede O., Fagbenro J., 1980)

Титония разнолистная, кустарник из семейства астровых, широко распространена на фермах во влажных и полувлажных тропиков Африки. Зеленую биомассу ее используют на зеленое удобрение под затопляемый рис, кукурузу и овощные культуры [635]. Листья этого растения содержат 3,5 % N, 0,3 % P и 4,1 % K и после заделки в почву под кукурузу повышают урожай в большей мере, чем эквивалентные нормы минеральных удобрений. Для поддержания бездефицитного баланса питательных веществ желательно дополнительное внесение удобрений под кустарники при многократном скашивании его надземной части.

3.3. Агролесоводство на пастбищных землях

В биосфере суши земного шара пастбища продуцируют около 10,4 млрд т биомассы, обеспечивая кормом около 3 млрд голов скота (Дювиньо П., Танг М., 1968). Наибольшая продуктивность отмечается у лугово-лесных пастбищ, наименьшая – у песчаных.

Рассматриваются проблемы эффективности использования аграрных лесов в качестве устойчивой кормовой базы для животноводства. Предлагаются различные варианты организации комплексного освоения всех растительно-биологических ресурсов аграрных лесов [160].

Показаны теоретические основы фитомелиорации природных кормовых угодий на разных типах пастбищ, рекомендуемые технологии и подбор перспективных видов полукустарников, терескена, трав и их смесей, а также создание пастбищезащитных полос и кулисных посадок [98].

На естественных перестройного возраста и отмирающих кустарниковых пастбищах путем обрезки кустарников на различную высоту создают повторно-чередующиеся полосы шириной, равной 15-30-кратной средней высоте кустарников. Полосы располагают перпендикулярно направлению эрозионно-опасным (господствующим в данной местности) ветрам в весенний период. При этом, чем активнее ветровая деятельность, тем меньше ширина полос. Обрезку кустарников проводят весной – до начала сокодвижения у растений. Растения срезают на 1/2-1/3 высоты на второй полосе, на третьей – на пень. На первой наветренной полосе не срезают [405].

Разработана методология исследований выпаса в лесу [24].

Выясняются возможности и перспективы пастбищезащитного полосного лесоразведения из вяза приземистого и саксаула черного на бурых полупустынных почвах и сильноминерализованных ГВ, барханных песках, подверженных дефляции [524].

Провели сравнительное изучение 4-листопадных древостоев в связи с влиянием выпаса на круговорот питательных веществ в лесных почвах. Лесное пастбище характеризовалось и повышенной биоактивностью почвы по сравнению с невыпасаемыми участками. Минерализация N и pH были выше, а органическое вещество глубже перемешенного с минеральной почвой [8].

Приведены сведения о химическом составе и кормовой ценности терескена в сравнении с естественным травостоем и караганой древовидной. Показано, что введение терескена может повысить продуктивность пастбищ Хакасии и предохранить пастбищные земли от эрозии и дефляции [181].

Дана оценка биотипического влияния лесопастбищных экосистем на повышение биоразнообразия мелиорируемой территории особенности накопления питательных элементов в фитоценозах, а также рассматривается потенциальная эффективность использования кормовых ресурсов [1].

После перехода от естественной растительности к сельскохозяйственному использованию земель сравнивали пастбище из щетинника *Setaria sphacelata* и традиционное пастбище со сменой трав с ненарушенным старым лесом, вторичным лесом (15-20 лет) и возобновившемся кустарником (5-10 лет). Пастбище из щетинника уменьшало запасы $N\text{-}NO_3$ и минерализации N по сравнению со зрелым и вторичным лесом и традиционным пастбищем. Почвы под пастбищами были более влажными и имели большую плотность сложения, чем под лесными [514].

Впервые приводятся результаты опытно-производственных испытаний технологий выращивания прикошарных лесных полос и зонтов на супесчаных почвах Средней Сибири. Опыт лесомелиорации пастбищных земель может быть успешно применен в степной зоне Южной Сибири в хозяйствах с разным экономическим потенциалом [193].

Даны рекомендации по созданию лесопастбищ на подвиж-

ных песках ЮВ ЕТР [137]. Предложено лесоводство и укрытие для домашнего скота [453].

Выявлена специфика формирования лесопастбищных угодий, закустаренных лохом в районе Среднего Дона [16]. Показана роль насаждений лоха в изменении микроклимата и повышении экологической комфортности пастбищ Волго-Ахтубинской поймы [18].

Проведено фитомелиоративное районирование, обоснованы биоэкологические лесопастбища в современных очагах опустынивания на деградированных землях С-З Прикаспия и Нижнего Поволжья. Определен эколого-экономический эффект фитомелиорации [75].

В Западно-Казахстанской обл. развилось опустынивание территории. На деградированных пастбищах эолово-аккумулятивного комплекса предлагают создание мелиоративно-кормовых и пастбищезащтных лесонасаждений, регулирование пастбищеоборота, на разбитых песках – создание древесно-кустарниковых насаждений. На землях пологоволнистой суглинистой равнины – регулирование пастбищезащитного севооборота и постепенная смена системы выпаса (с системного на загонно-порционную пастьбу) (Есмагулова Б. Ж., 2016).

В Швеции округе Калмор на пастбищах в Брабигдене в силу исторически сложившихся особенностей ведения лесного и сельского хозяйства до конца XIX в. в ландшафте преобладали леса, в которых выпасали и кормили молодыми ветками скот, а также полуестественные луга. В настоящее время данных сообществ осталось около 1 %. Они представляют исключительную ценность для сохранения природы, культурного наследия и биологического разнообразия. Основной целью представленного проекта является всестороннее изучение динамики и эволюции этих сообществ, что позволяет в дальнейшем не только сохранить, но и вести в них рациональное хозяйство [208].

В Польше показано, что выпас скота на лесные поля в Татрах,

с одной стороны, улучшает свойства почв в результате увеличения запаса органического вещества, а с другой, – приводит к механической деформации почв и как следствие, к их деградации [542].

Предлагаемые для условий Великобритании некоторые агролесоводственные системы предусматривают пастьбу скота под пологом искусственных лесных полос. Исследуется влияние основных климатических факторов (температура воздуха, скорость ветра, солнечная и термальная радиации, дождь, влажность воздуха) на тепловой баланс и особенно продуктивность овец при их открытом содержании. Результаты исследований свидетельствуют, что уровень тепловых потерь животных в наибольшей степени зависит от скорости ветра. Предполагается, что глобальное потепление климата на тепловой баланс домашних животных существенного влиянии не окажет [401].

Описаны пастбищные леса (ПЛ) в Испании (*dehesas*), представляющие собой агрокультурный ландшафт, формирующийся столетиями на фоне средиземноморских твердолиственных лесов. ПЛ включают в себя участки древесной растительности: дуба каменного (*Quercus ilex*), коркового (*Q. faginea*), португальского (*Q. robur*), пиренейского (*Q. pyrenaika*), пастбища, залежные, паровые поля и пашни (на лучших почвах) небольшого размера. До 70-х гг. ПЛ отличались устойчивостью, обеспечивая выпас большого количества скота местных пород, урожай зернобобовых культур, получение древесины и продуктов побочного пользования, а также защиту почвы от эрозии и деградации. Разрушение этой природно-хозяйственной системы связано с демографическими изменениями, индустриализацией животноводства, сменой аспектов ведения хозяйства, введением древесных пород интродуцентов. Наблюдается деградация и неконтролируемая вырубка древостоя, нарушение экологического равновесия. Разработано три взаимодействующих друг с другом крупных проекта, предусматривающих коренную реорганизацию хозяйства в ПЛ и

его экологизацию [336].

В стране басков рассматриваются возможности совместного использования сельскохозяйственных земель для агролесоводства и пастьбы скота, введение лесопастбищного хозяйства на склонах с уклонами 0-25 %, 25-50 и > 50 %. Уделяется внимание снижению эрозии почвы, сохранению ландшафтной пейзажности, улучшению климата. При облесении склонов используются виды дуба, клен ложноплатановый, ясень обыкновенный, орех черный, липа, черешня [495].

В Италии в связи с увеличением цен на древесину и с субсидиями фермерам увеличиваются плантации тополя на сельскохозяйственных землях. Дана информация для производителей при выращивании тополей и первые результаты исследований в этой области [242].

Во Франции рассмотрены возможности использования облесенных земель для пастьбы скота. Разработана концепция влияния лесопастбищного хозяйства совмещенного с ним процесса лесовосстановления. Приведены организационные работы по ведению выпаса скота в уже существующие лесные фитоценозы Средиземноморья [370]. Изучена история культивирования тополя производителями сельскохозяйственных угодий в целях укрепления почвенного и травяного покровов, использования листьев на корм скоту, защиты от ветра. Не учтены экологические и природоохранные аспекты проблемы [368].

Во Франции описан опыт ведения сельскохозяйственного производства и лесоводства частными фермерами в горах Франш-Контэ, в т. ч. подходы к преобразованию лесопокрытых территорий в сельхозугодья и наоборот. Рассмотрены организационные, экономические и экологические вопросы осуществления трансформации и эксплуатации этих угодий. Лесопокрытые территории также могу использоваться в разной степени в качестве выпаса для домашнего скота и заготовки грубых кормов [502].

Изучено долговременное влияние выпаса скота на структуру леса и качество древесины и дан прогноз возможного будущего лесного выпаса в Швейцарии [452]. В бернской Юре лесные пастбища занимают 15000га или 24 % территории. Они располагаются у основания склона или на водораздельных гребнях. Определяются дозы внесения навоза и удобрений, уничтожаются нежелательная растительность и уборка валежа, сочетается сельскохозяйственное использование и рекреация [468].

Представлены основные положения руководства для экологического ведения пастбищного хозяйства на лесных площадях национальных парков Италии. Руководство базируется на поддержании и неистощительности использования агролесоводственных ресурсов и естественного состояния лесных площадей. Кроме того, производится анализ концепции системы лесоводственных мероприятий в связи с проведением пастьбы скота и сохранением природной среды, культурных и социально-экономических условий на каждой территории [154].

Практическая задача агролесопастбищных систем (АЛПС) в зонах, где занимаются крупным рогатым скотом состоит в получении традиционных лесных продуктов. Эта продукция ориентирована на решении хозяйственных потребностей, покрытия местного дефицита и снятия давления на естественные лесные насаждения. По определению, АЛПС – коллективное наименование землепользовательных систем, включающих компонентов (деревьев или кустарников) в местах выпаса скота. Это – модель производства и природоохраны, основанная на лесокультурной практике в дополнение к существующей сельскохозяйственной деятельности. Эта практика может применяться в широком спектре экологических и производственных условий [527].

Представлены сведения о пастьбе скота в Средиземноморье [286], на облесенных землях в Чили [287].

В Португалии в стране басков показано совмещение лесного

и лесопастбищного хозяйства [495]. Показана положительная роль лесоводства в укрытии домашнего скота [453].

В университете Куша изучал изменение физических и химических свойств почв на маргинальных землях в системе кормовых культур после трехлетнего выпаса скота [325], на облесенных землях в Чили.

В Индии агролесоводство аридных зон Раджастана наряду с обеспечением населения продуктами питания, фуражом, топливом, деловой древесиной и другими продуктами обеспечивает занятость и постоянный доход населения, спасет людей и скот от голода и засухи. Рассматривается роль агролесоводства в устойчивом развитии экономики. Дается описание элементов традиционных агролесоводственных систем (породного состава деревьев, кустарников, трав и главных видов сельскохозяйственной продукции), климатических условий статуса плодородия почв. Отмечается его благоприятная роль в деле повышения плодородия почвы и улучшения микроклимата [558].

В Иране в провинции Хорасан разработаны агроэкономические принципы и подходы к повышению продуктивности пастбищ. Создана модель оптимизации влагообеспеченности растительности за счет дифференцированного учета и использования местного поверхностного стока и селевых потоков, поступающих с вышележащих участков в конкретных климатических условиях [136].

В Индии в центральной части штата Керала гумидном тропическом регионе исследования проводили в 4-5-летних лесопастбищных системах с участием 4 быстрорастущих многоцелевых пород: *Leucaena leucocephala, Casuarina oxaequistiolia, Acacia auriculiformis* и *Ailanthus triphysa*. Ежегодный объем опада варьировал в пределах 1,92-6,25 т/га. Наибольшее содержание NPK отмечено в листовом опаде леуцены, а наименьшее – айланта. Опад казуарины и леуцены полностью разлагался за 6-7 мес. За 5 лет роста деревьев заметно повысилось содержание C, N, P и K в почве [340].

В Камеруне происшедшая ~200 лет назад интенсивная миграция скотоводов в нынешние саванны и земледельцев – в лесную зону с неизбежностью привела к резкому изменению окружающей среды в тропической влажной зоне, в первую очередь, к постепенной усиливающейся деградации вечнозеленых и полувечнозеленых лесов и образованию переходной зоны (шириной 100-200 км) между лесом и саванной. Показана динамическая взаимосвязь между деятельностью человека и растительностью, процессами расширения площади саванны на гумидных территориях страны, а в конечном счете вырождающихся в луговые и даже степные сообщества. В настоящее время возрастает роль таких негативных факторов, как урбанизация и связанное с нею создание инфраструктуры. Подчеркивается необходимость выработки взаимоприемлемой, экологически грамотной стратегии освоения земель [379].

Разработаны Государственные предложения по проведению локальных исследований для преобразования неудобных лесных земель в Юго-Восточном Китае [575].

На севере Китая на морском побережье острова Циду адаптированы лесонасаждения на засоленных почвах без тростника [420].

Там же реконструированы пожароустойчивые защитные полосы на малоразвитых почвах [614].

На китайской части Бикино-Вандашаньской трансграничной территории антропогенно преобразованные виды угодий занимают не более 40 % территории, а на российской – всего лишь 8 %, т. е. требующие рационального использования имеющихся ресурсов [106].

В Японии обсуждаются теоретические, биологические и практические вопросы создания лесомелиоративных насаждений с целью сохранения, восстановления и целесообразного преобразования природных и антропогенных ландшафтов. Считают, что создание фермерских ассоциаций, направленных на внедрение различ-

ных улучшений в использовании земель, в т. ч. полив и дренирование. Предусматривается создание различных проектов и обеспечение в большем количестве энергии, в т. ч. в механизации работ. Имеется много проблем, в т. ч. обезлюдение деревни, старение фермеров, нехватка специалистов различных профессий, забрасывания сельскохозяйственных участков из-за отсутствия наследников, которые возникли в последние годы. Требуется очень эффективные и разносторонние проекты, которые обеспечивали бы нормальное функционирование сельских районов. Рассматривается проект улучшения районов в префектуре Тоттори[184].

В Японии обустройство районов представляют в улучшении использования земельных угодий [303].

В Японии и Филиппинах на островах в тропических и субтропических зонах использование земель тесно связывают с особенностями почвенного покрова [321].

В Индии описаны существующие и потенциально применимые агролесохозяйственные системы и многоцелевое использование деревьев цепи 372 островов, расположенных в Бенгальском заливе. 87 % поверхности этих островов покрыта тропическими лесами. Главными среди представленных систем являются лесные фермы, домашние сады, основывающиеся на насаждениях плантационного типа многоярусные системы выращивания полевых культур и водно-лесные культуры мангровых зарослей. Представлены предложения о том, как добиться повышения продуктивности и расширить диапазон адаптации для повышения эффективности использования деградированных земель и прекращения процесса сведения лесов [268].

Изменения в землепользовании в полузасушливых саваннах в пользу интенсивного скотоводства широко связаны с изменениями в растительном мире, что особенно отмечается в связи с закустариванием. Увеличение количества влаги в нижних горизонтах почв рассматривается одновременно как причина и следствие этого из-

менения в экологии. Предлагается не допускать сближения площадей с кустарниковой растительностью. Движение влаги в почвах Калахари ограниченно в основном верхним слоем в 2-3м, что предполагает незначительное накопление ГВ и необходимость рассмотрения вопроса о размере их ресурсов [276].

В Австралии изучено влияние 6 пастбищных севооборотов (СО), варьирующих по общей продолжительности (2,3 и 6 лет) и периодичности чередования пшеницы и пастбищных культур (ПК) на кислотность почвы и содержание в ней С, N и Р. Содержание $C_{орг.}$ В почве увеличивалось быстрее при увеличении доли ПК и СО. Под почвами пшеницы почва подщелачивалась и в ней уменьшалось содержание N [331].

Для повышения продуктивности пастбищ в Австралии проводят целевые палы эвкалиптовых кустарников (Macleod N., Nobbe J., 1991). В штате Квинсленд на кислой неплодородной красно-желтой подзолистой почве сажали леуцену (*Leucaena leucocephala*) сорта Tarromba на грядах для улучшения дренированности с расстоянием между рядами 4 м. В междурядьях сеяли брахиарию (*Brachiaria*) сорта Bassilisk. Перед закладкой пастбища вносили $P_{80}K_{60}S_{116}Ca_{100}Mg_{12}Cu_1Zn_6Mo_{0,1}$ кг/га. Плодородие почвы было небольшим [228].

В США биомелиорация природных угодий имеет четко выраженную природоохранную функцию. Программа ее предусматривает усиление природоохранной функции растительного покрова естественных сенокосов и пастбищ с целью предотвращения деградации почв сельскохозяйственных угодий и возможных отрицательных последствий глобального потепления климата. Учитывается, что развитие лесоландшафтного земледелия и фитомелиорации почв также невозможно без устойчивой продуктивности и обогащения ботанического состава пастбищных угодий. Основными направлениями биомелиорации природных кормовых угодий признаны: организация на пастбищах строго контролируемого выпаса

для предотвращения или ослабления эрозии почв [73].

В США установлено, что сочетание лесовыращивания с посевом кормовых трав на малопригодных сельскохозяйственных землях увеличивает прибыли землепользователей [261].

В США в штате Вирджиния исследовали эффективность выращивания гледичии трехколючковой на фермерских пастбищах для подкормки сельскохозяйственных животных. Заросли гледичии продуцируют высокопитательные бобы, поедаемые овцами и крупным рогатым скотом. Потенциальная прибыль от культивации гледичиевых плантаций соответствует 9-24 % от общей прибыли. Эти плантации обеспечивают получение 400-2300 кг/га протеина, 20-150 ц/га сахаров и крахмала, 1500-900 л/га этанола [611].

В Чили рассмотрели основные методы использования облесенных территорий для выпаса скота. Основные породы для облесения сельскохозяйственных земель: сосна замечательная (*P. radiata*) и акация (*A. caven*) [287].

Интенсификация пастбищ экологически небезопасна для использования земельных ресурсов на многих территориях Латинской Америки [195]. Она сопровождается расчисткой лесом для пастбищ и сельскохозяйственных культур вместо улучшения уже имеющихся сельхозугодий. Рекомендовано введение пастбищеоборотов, сильвикультуры, поддержание биоразвития.

В Сальвадоре определяли оптимальную продолжительность периода выпаса скота (пастьба + восстановление) и оптимальную дозу P удобрений для растительной ассоциации *Cynodon nlemfuensis* и *Arachis pintoi*. Пастьба длится в течение 2 дней. При этом требуется около 13 кг P/га·год, нагрузка животных массой 2406 кг/га·год [215].

В Чили поставлена задача увеличить площадь лесонасаждений на малоплодородных, деградированных пастбищных почвах. Внесение удобрений ($N_{30}P_{60}$) под сосну замечательную в возрасте

деревьев 7-11 лет не увеличило высоту деревьев, однако, заметно увеличило диаметр ствола [458]. В Бразилии на месте территорий, ранее занимаемых саванной, возникли луга серрадо. В последние годы из-за низкого плодородия возникла проблема снижения их продуктивности. Для поддержания устойчивости лугов были предложены агропастбищные системы, сочетающие севооборот сои и трав с применением извести и P удобрений. Отмечен отрицательный баланс N и предложено внесение N удобрений [382].

В Бразилии на острове Карейро агролесомелиоративные системы сложились на основе кокосовых и каучуконосных плантаций, заложенных в XX в. Выделено 4 основных типа агролесомелиоративных систем в соответствии с их природным составом и прослежена их эволюция от прежних плантаций в направлении многовидовых маточных насаждений или пастбищ с рассеянными по ним единичными деревьями в зависимости от топографии увлажнения и системы дамб на границе с пойменными влажнотропическими лесами с учетом антропогенного пресса [212].

Агропастбищные системы, объединяющие в севообороте сою и травы, были рекомендованы для устойчивой продуктивности трав в субтропических почвах Бразилии с низким плодородием (лесная территория серрадо). Результаты определения общих C и N и потенциалов их минерализации показали, что замена почвы леса чистыми травами и эксплуатация их без скота и внесения минеральных удобрений ведет с снижению содержания C и N. Бессменное возделывание сои такой территории деградированных трав, приводящее к дальнейшему снижению их содержания, может быть смягчено чередованием с травами. Минерализация C и N имела сезонную динамику, усиливалась в дождливый сезон и ослабевала в сухой период. В целом севооборот травы-соя может быть полезным для сельскохозяйственной эксплуатации территории серрадо, где культуры дополняют друг друга для поддержания почвенного баланса [383].

3.4. Агролесоводство на эродированных и дефлированных землях

Мелиорация эродированных и дефлированных почв в агролесоводстве одна из основных проблем. Она решается системой организационных, лесоводственных и агротехнических мероприятий.

Идея стабильного развития была провозглашена конференцией ООН в Рио-де-Жанейро, 5-летие которой отмечалось на IX специализированной сессии Генеральной ассамблее ООН в 1997 г. Поставлена цель подготовить планету к жизни в XXI в. для решения долговременных задач на базе коренных изменений в сознании человеческом своих отношений с природой. Это актуально и для Украины, где площадь эродированной пашни увеличилась до 100-130 тыс. га. За 1991-1995 гг. количество пахотных земель возросло на 0,4 млн га и достигло 10,6 млн га. Сейчас значительная часть средне- и сильноэродированных земель продолжает использоваться в интенсивной обработке, что является экономически нецелесообразным и экологически нерациональным. Вторым по значимости фактором деградации почв является их дегумификация. Надежно защитить почву от эрозии нельзя без системного комплексного подхода на основе формирования полосной или мозаичной структуры агроландшафтов при культурной организации территории землепользования и почвозащитной системы земледелия. Пашня подразделяется на 3 эколого-технологические группы: 1) полнопрофильные слобоэродированные почвы на плато и склонах до 3°; 2) склоны 3-5° со слабо- и сильноэродированными почвами и 3) почвы на склонах > 5°, которые выводятся из пахоты под искусственное или природное задержание, а при необходимости – облесение [577].

Выдвигается концепция искусственного облесения склонов, применяемого в ряде проектов, а также осуществляется предварительное испытание различных методов искусственного облесе-

ния склонов и рассмотрен подход к выбору оптимальных методов облесения, наиболее подходящих для различных склонов. Представляются расчетные формулы для поведения посева леса на склоновых участках [133].

Представлены экологические аспекты защиты почв от эрозии [20]. Изучена продуктивность лесонасаждений на эродированных почвах [224]. Определена организация защиты садов и виноградников на эродированных землях [58]. Обнаружено, что комплексная биологическая и экологическая рекультивация отвалов эффективна для защиты водных объектов от загрязнения [120, 142]. Представлены финансовые аспекты использования агролесного хозяйства для защиты от эрозии (Kurtz W. B., Thufman S. E. и др., 1991).

Изучены климатические потребности древесных видов, используемых в агролесомелиоративных целях [241].

Новые лесозащитные мероприятия для практики [467], обсуждается состояние агролесоводственных систем [474].

В Норвегии активно развивается эрозия почв на склоновых землях при возделывании 6-польных севооборотов, вспашки вдоль склона, выпасе скота. Для длинных склонов предлагается контурная обработка, стокоотводящие валы, буферные полосы из многолетних трав, кустарников, деревьев [478].

В Бельгии в бассейне р. Маркевик разработан план землепользования: пашни, леса, сады [231].

По размерам потерь почвы N и P получен ряд: сады > пашня > искусственные лесопосадки > естественный лес. Чем больше развит растительный покров, тем меньше потери N и P [326].

В Германии в садово-огородном управлении г. Бремерхафен предложено растительные остатки трав, зеленых насаждений более рационально использовать на поверхности садов и агроценозов [561].

Оценивали противоэрозионное действие измельченных веток кустарников полученных при обрезке, без предварительного

компостирования на склоновых участках с посевами озимой пшеницы, сахарной свеклы [223].

Прогрессирующее снижение верхней границы леса ведет к увеличению площади более эродированных альпийских лугов и пастбищ. Эрозия – верный показатель нарушаемых альпийских ландшафтов, где увеличивался поверхностный сток, обвалы, оползни, лавин, паводков. Факторы эрозии: природные, антропогенные (сплошные лесосеки, механизация работ, вытеснение смешанных лесов чистыми еловыми), чрезмерное размножение дичи, вытесняемых с пастбищ в леса, пастбищное хозяйство, особенно овцеводство, интенсивное рекреационное использование, загрязнение воздуха. Предлагаются противоэрозионные мероприятия: ускоренное задержание грунта, усадка дерна, гидропосевы, мульчпосевы, удобрение и др. [539].

Методический подход к ландшафтной агролесомелиорации деградированных земель включает следующее этапы изучения и картографирования: 1) ландшафтная интерпретация аэрокосмической фотоинформации; 2) оценочное картографирование видов и уровней деградации [447].

Описаны методы проектируемых агролесомелиоративных воздействий, включая осушение местности в сочетании с ведением сельского хозяйства на эродированной территории [75].

Предлагается комплекс гидротехнических и агролесомелиоративных мероприятий в садах и виноградниках на эродированных землях [211].

Изучено влияние буферной травяной полосы на приживаемость деревьев и кустарников в противоэрозионных рубежах [115].

Обеспечить устойчивость рост деревьев и стабильный древостой возможно только на интактных почвах. Для их сохранения не рекомендуется ездить по лесным почвам без необходимости, при образовании прогалин и на эрозионно-опасных склонах создавать почвозащитные насаждения, закладывать леса с разнооб-

разной структурой, не проводить сплошных рубок, оставлять отходы и порубочные остатки на лесных участках и подключать политиков к решению почвоохранных проблем [567].

В целях снижения эрозии склонов, сохранения ландшафта и улучшения климатических условий в стране басков совмещается использование сельскохозяйственных земель для агролесоводства и пастьбы скота [549]. Особенности такого ведения лесопастбищного хозяйства предлагается учитывать по категориям этих земель на склонах различной крутизны с уклонами 0-25, 25-50 и более 50 %.

В Португалии изучена эрозия почв в двух вариантах изменяющейся среды, а также вопросы экономики [250].

В Венгрии на возвышенности Геделла земли интенсивно используется сельским и лесным хозяйством. Из антропогенного влияния на эрозию почв наиболее важны рекреации и пути сообщения. Для слабо-, средне- и сильноэродированных земель потери составляют соответственно 0-15,15-30 и > 30 т/га·год [574].

В Молдавии распахано земель > 88 %, свыше 1,3 млн га и склоновых земель нуждаются в защите. Ежегодно эрозией и дефляцией уносится с полей 25 млн т почвы, в т. ч. 440 тыс. т питательных веществ, 540 тыс. т гумуса. Овражной эрозией ежегодно выносится 10-15 млн $м^3$, повышается уровень ГВ. Земли в 65-70 м от бровки используются.

В Румынии в зависимости от степени эродированности земель предлагается несколько вариантов фитомелиорации. Так, на средне- и сильноэродированных участках рекомендованы посадки сосны боснийской и обыкновенной, акации, ясеня белого, пижмы птичьей, черемухи, лоха. На заовражных землях лучше культивировать акацию, лох, айлант, ольху, клен ясенелистный; на аллювиальных наносах – ольху, тополь, иву; на оползнях и сильно расчлененных каменистых выходах – лох [232].

В Болгарии основные площади виноградников и плодовых

насаждений размещаются на склоновых территориях. Такое размещение предполагает риск эрозии почвы. Противоэрозионные мероприятия определяются, прежде всего, ориентацией рядов насаждений поперек склона. В этом случае эффективность противоэрозионных мероприятий обычно выше. Приведены результаты испытания методов и технологий по созданию барьеров для противодействия образованию поверхностного стока [33]. Разработаны средства механизации в борьбе с почвенной эрозией в многолетних насаждениях.

Во Франции эрозии почвы на виноградниках вдоль склонов холмов в районе Брессан, где виноград возделывают уже ~ 1000 лет, благоприятствует мраморно-известняковая почвообразующая порода с илистым песчаным покровом. Комплексное влияние ливней и монокультуры на склонах крутизной до 25° создает высокой фон эрозии пахотного слоя почвы. Современная интенсивность эрозии оценивается как ~1 мм/год, указывая на необходимость проведения почвоохранных мероприятий [244].

В Авейрон (Франция) склоны холмов в исследуемой местности, на которых выращиваются сельхозкультуры, чувствительные к водной эрозии. Изучали влияние гладкой или гребневой вспашки, поверхностной обработки почвы, посева по стерне, влияние минеральных удобрений или овечьего навоза на эродированность почвы, прочность почвенных агрегатов и содержание С в энтисолях. Поверхностный сток и смыв почвы были значительными при вспашке, уменьшались на стерневом посеве и при поверхностной обработке. Удобрения повышали водопрочность агрегатов [216].

Во Франции на виноградниках Бургундии изучали интенсивность эрозии почв [244]. Там же в горах Франш-Контэ – соотношение сельского и лесного хозяйства [246].

Для Средиземноморья характерны крутые склоны, разрушенный растительный покров, ливни. При плоскостной эрозии годовые потери почвы на пашне 0,1-10 т/га, под естественной

растительностью – 0,01-0,50; для ручейковой и агротехнической потери равны 10-50, для овражной – 100-300 т/га. Показаны возможности превращения закрепленных оврагов в "линейные оазисы", производящие фрукты, корма, древесину. За 30 лет терраси-ровано 30 млн га [519].

В Италии изучали сток воды и количество отложений на вершине, в средней части и у подножия реки Рио-Санта-Лючия на территориях, засаженных 14-17-летними деревьями *Eucalyptus globulus* и *E. camaldulensis*. Установлено, что уровень стока воды и количество отложений прямо соответствует количеству дождевых очерков и наиболее высоки осенью. Оба показателя были в 2 раза выше аналогичных, отмеченных под естественной растительностью [507].

В Испании 40 % территории подвержено сильному воздействию эрозии. В долине Эбро на севере Испании градиент осадков от 300 мм в центральной части долины до > 800 мм в средней части. За последние 50 лет землепользование ухудшилось, участки забрасывались. Выращивание сельхозкультур – главный фактор эрозии в семиаридных условиях, где почвенная поверхность защищена кустарниковыми зарослями. Более высокая продуктивность сельхозкультур в среднегорье способствует защите почвы от эрозии. При забрасывании земель требуется новая почвозащитная стратегия [474].

Там же в горах Пеньяфлор экосистемы слабо устойчивы при изменении эдафических и климатических условий. В результате нерационального землепользования и неэффективного управления природными ресурсами на некоторых территориях частично разрушен покров древесно-кустарниковой растительности, увеличилась почвенная эрозия. Представлено описание подхода, связанного с оценкой возможностей землепользования с применением ГИС [446]. Изучена мелиорация прибрежных дюн от Овара до Фирейро-до-Фош.

В Таджикистане дана комплексная оценка состояния работ по борьбе с овражной эрозией в предгорных и горных районах, выявлены оптимальные приемы посадки и посева растений на откосах оврагов, проведена разработка способов улучшения лесорастительных условий по руслам оврагов. Овраг рассматривается как очаг распространения ценной лесной и травянистой растительности [179].

В Грузии трансформирование систем землепользования на рубеже XX и XXI вв. вызвало активизацию почвенной эрозии, оползней, дегумификации почв и оценивается как агрогенная эволюция почв [27]. Оценки эрозионно-опасных земель мелиоративного фонда проводили на основе использования универсального уравнения потерь почвы от эрозии (USLE) в модификации МГУ. Гидрологические исследования показали, что средние потери почвы равны 15-20 т/га, а на 25 % площади превышает 30 т/га. В Западной Грузии эродировано 80-90 % земель, в Восточной Грузии – 30-60 % [309].

В Китае изучен поверхностный сток от дождей и его воздействие на склоновых землях с красноземами [620], дан анализ защиты лесных почв от эрозии в тропических лесах горы Цзиньюньшань в районе города Чунцин [604].

На обрабатываемых землях Непала потери почвы оцениваются в 1,7 мм/год. Годовая эрозия составляет 2000-2500 т/км^2 (в наиболее критических условиях – до 20000 т/км^2). Лучшим способом ослабления эрозии почв является создание растительного покрова с учетом высоты местности и подвижности почв. Для этого на высоте до 1300 м пригодны *Garuda pinnata, Jatrota curcas* и *Eulaliopsis binata*, до 1500 м – *Acacia pinnata, Lantana camara*, до 1700 м – *Vitex negundo*, до 1800 м – *Cynodon dactylon, Eragrostis tenella, Meliaa zedarch*, до 2000 м – *Thysanolaena maxima, Saccharum spontaneum, Colguhounia coccinea*, до 2400 м – *Agave americana*, до 2700 м – *Salix tetrasperma* и *Alnus nepalensis*. Опи-

саны способы размножения этих видов [340]. Там же изучали эрозию почв в условиях растительного покрова и технологию мелиорации почв [267].

В северной Японии на Хоккайдо гидрологический режим с 1970-х гг. изменился, пики паводков возросли в 1,5-2,5 раза. Приречные леса были сведены с 1960-х гг. В земледельческой зоне оврагообразование увеличилось в 2-3 раза, чем на облесенных водосборах. Основная масса тонкого осадка уносится в море и негативно влияет на прибрежные экосистемы. Для эффективного восстановления реки надо организовать землепользование [469]. Там же в университете ТОТТОН отмечали увеличение районов с улучшенным использованием земельных угодий [303].

В условиях сложного рельефа буферные полосы из многолетних трав из овсяницы и клевера шириной 2 м с расстояниями между ними 10 м сокращали в среднем за 4 года поверхностный сток на 48-62 мм, потери почвы 12-22 т/га [624].

Очень много исследований проведено в Китае. На Лессовом плато нарушения и восстановления растительного покрова на эрозию почвы изучали на основе данных долговременных стоковых площадок на восточном склоне с уклоном 3-12 %, на верхней части склона с доминированием плоскостной эрозии, с 12-25 %, в средней с доминированием ручейковой эрозии,18-35 % в нижней части с доминированием мелкоовражистой эрозии, с 37-45 % – с доминированием овражной эрозии. До вторичного восстановления древесного покрова эрозия на этой части Лессового плато достигла 8-10 тыс. т/км^2·год. После вторичного облесения эрозия почвы стала очень слабой. В настоящее время вторичные леса уничтожены и эрозия достигает 10-24 тыс. т/км^2·год, что в 797-1682 раза больше, чем под лесом [642].

Оптимизированные схемы совмещенных посадок деревьев и злаков на склонах были разработаны с целью предотвращения огромных потерь почвы и воды на обнаженном грунте. Оптималь-

ным способом сохранения полей на слонах 15-20° следующие: большое террасированное поле *Humulus scandens* + нестроевой лес. В год посадки степень проективного покрытия растительности 47,2 %, спустя 4 года – 75,9 %, а эрозия почвы на 34,3 % меньше, чем в контроле. Для полей с уклоном 20-25° оптимальные насаждения: наклонная терраса + *H. scandens* + лес с экологическим ярусом деревьев. На полях с уклоном более 25° оптимальная схема: большие канавы + *Agropyron cristatum* + кустарники [635].

В Китае описаны эффективные приемы охраны почв и воды. Полученные экспериментальные данные и уравнения влияния крутизны и длины склонов на вероятность стока и смыва могут быть использованы для прогнозирования эрозии почвы на водосборе, рационального подбора приемов защиты почвы и воды, оптимизации использования земельных угодий [627].

В районе Пекина в долине реки Юндин установлено, что скорость ветра в приземном слое возрастает с высотой местности в различных типах землепользования. Обнаружена отрицательная экспоненциальная связь между процентом наносообразования и высотами и положительная между концентрацией транспортируемого материала и скоростью ветра. Фрагменты леса наиболее эффективно контролируют эрозию до 10-кратной высоты насаждения с наветренной стороны, грушевый сад – до 7-микратной, а лесополоса – до 20-кратной [628]. В районе города Чунцин на горе Цзиньюньшань степень мелиорации при сопоставлении с пашней располагалась в ряду: кустарниковые заросли > смешанный лес > широколиственный лес > бамбуковый лес [604].

В провинции Сычуань на агролесомелиорируемом водосборе проведены ленточные посадки *Alnus cremastogyne* и *Cupressus funebris* с проективным покрытием 46 %, а на другом водосборе провели залужение с помощью *Imperata cylindrica*, *Clematis filamentosa* и *Eulaliopsis binata* с проективным покрытием 44 %. Лесомелиорация понизила сток на 67 % по сравнению с залужени-

ем. Под лесными насаждениями почва была более влажной, чем на залуженных участках [431]. В Шиая на стоковых площадках с разной растительностью (каштаны, кустарники, лес, луга, кустарниковые ягодники, кукуруза) с разной густотой стояния растений, при разной крутизне склонов, при обработке почвы и без нее определяли потери N и P с поверхностным стоком. Самые низкие потери N и P были в лесу, самые большие – на овощных культурах и ягодниках. Нулевая обработка и террасное культивирование оказались эффективными мероприятиями для борьбы с эрозией. Растительный покров также способствует ослаблению поверхностного стока и потери почвы, N и P. Меньше потери веществ на пологих склонах по сравнению с крутыми [603]. В Сяоляне тропическая растительность стабилизируется примерно в 30 лет. В первые 20 лет растительный покров достиг 85 %, плодородие почв возросло, а эрозия почв полностью контролировалась. Стабильно возрастала экономическая ценность участков [629]. Анализируется современная ситуация и перспективы восстановления местной растительности. Намечены меры искусственного лесовосстановления для восточной горно-лесной зоны на участке Шаньси. включая запрет выпаса скота на склонах холмов. Предполагается увеличение древесных пород и уменьшение доли экзотов [499].

На эродированной пашне Лессового Плато посадка деревьев и посев трав *Bothriochloa ischaemuv* и *Lespedeza davurica* явились наиболее устойчивыми и действенными в ускорении сукцессии и восстановлении природной растительности и предотвращения эрозии почвы [377].

В провинции Шаньси в 5 фитоценозах на различных сукцессионных стадиях во вторичном лесу изучали сопротивление почвы разрыву в сравнении с ненарушенными образцами под действием водного потока 4 л/мин. на склоне 15° в течение 15 лет. Верхние слои почвы были устойчивее нижних к разрыву и устой-

чивость возрастала по мере продвижения сукцессионной растительности [646].

На западе провинции Ляонин в полуаридной холмистой местности псевдоакация является типичным экологическим защитником от водной эрозии почвы, повышающим и сохраняющим почвенную влагу. На вырубке поверхностный сток был ближе на 40-77 %, а смыв почвы на 180-400 % [304]. Почвы в пойме и долине р. Ляохэ сильно деградированы, их плодородие понижено, они подтопляются и засоляются, подвергаются эрозии, подщелачиваются. Для устойчивости развития района предлагается высаживать лес для предотвращения заносов песками, снижения действия ветров, засух и наводнений [624].

В провинции Цзилинь на основе информации со спутников Ландсат ТМ с помощью ГИС изучали факторы, которые влияют на проявление водной эрозии. Годовые потери почвы на лессе под хвойным лесом, широколиственным лесом, смешанным лесом, кустарником, лугом и пашней составили 250, 1440, 3446, 1188 и 2917 т/км^2. Потери без растительности равны 6500 т/км^2 [640].

В верховьях реки Миньцзян средний объем эрозии в 2000 г. достиг 1362,11 т/км^2. Потери почвы были в основном небольшие степень эродированности легкая. Наиболее они проявлялись на участках с уклоном более 25°. Большая эрозия проявлялась в молодых посадках кустарников и деревьев. Перевыпас скота приводил не только к деградации пастбищ, но и к заметному усилению эрозии почв [339].

На юге провинции Цзянсу изучали интенсивность эрозии почвы на склонах холмов ^{137}Cs-методом с помощью статического софтера SYSTAT 8,0. Интенсивность эрозии обрабатываемых почв выше, чем на природных участках. Эрозия увеличивает долю более крупных почвенных частиц. Прежде всего при эрозии теряется ил (0,05-0,005 мм). Эрозия снижает содержание органических веществ, общего N и P, мощность почвенного слоя [637].

На склоновых участках с красными почвами разработаны регрессионные модели связи между поверхностным стоком, потерями почвы. Физические свойства почвы и инфильтрация почвы значительно улучшились под контурными полосами [179].

Китайское правительство принимает участие в разработке мировых лесных программ консервации склоновых земель, которые используют публичные оплаты за превращение маргинальных пахотных земель на вершинах водоразделов в леса [583].

На юго-востоке Китая экспериментируют перемещение сетей облесенных и необлесенных лесонасаждений у прилегающих деревень [334].

В Китае ветровая эрозия почвы является одним из основных факторов, влияющих на развитие сельскохозяйственного производства и окружающую среду на территориях с агропастбищным экотоном. Почвозащитная обработка является основным мероприятием ослабления и контроля ветровой эрозии на пахотных землях. Важное значение придается исследованиям по эффективности и возможностям внедрения почвозащитной обработки на территориях с агропастбищным экотоном. рассматриваются проблемы и ограничивающие факторы применения почвозащитной обработки почвы. основными лимитирующими факторами оказались социально-экономические условия. Для преодоления проблем и изменения традиционных идей и ускорения расширения применения почвозащитной обработки необходимы вложения средств в новую технику и показ преимущества новых технологий [336].

В южном Китае на опустыненном склоне с пурпурной почвой эффективно предотвращала эрозии, повышала содержание влаги в почве посеянная *Eulaliopsis binata* [279].

Во внутренней Монголии основными причинами ветровой эрозии являются низкое количество осадков, сильные ветры, грубый гранулометрический состав почв, замерзание и оттаивание. По степени защиты от ветровой эрозии в конце зимы и ранней

весной растительность образовывала ряд: кустарники > естественные лугово-пастбищные угодья > неполивная пашня. По влажности почвы образован ряд: естественные лугово-пастбищные угодья > неполивная пашня > кустарники. При скорости ветра 18 м/сек, отмечено усиление ветровой эрозии [337]. На склоновых землях с кремнеземами по интенсивности поверхностного стока получен ряд: пашня > чайные плантации > сосна Элиота > посадки хурмы > посадки апельсина > естественные деградированные луга > естественные луга. Потери почвы на пашне были больше в десятки раз, чем на хороших естественных лугах. Для ослабления поверхностного стока и эрозии на склоновых землях рекомендовано использовать агрохозяйственные системы.

В Непале рассматривается проблема сокращения площади лесов в связи с быстрым ростом населения, что ведет к необходимости увеличения площади сельскохозяйственных земель за счет вырубки лесов на склонах, вследствие чего в стране деградируют 250 тыс. га угодий. Поэтому начал осуществляться проект "фермерского лесоводства" с целью стимулирования мелких фермеров к созданию насаждений деревьев для удовлетворения естественных потребностей в дровах, строительных материалах и кормах. Определяется выбор оптимальных древесных пород и разработка доступных методов их размножения, разработка методов фермерского лесоводства и агролесоводственных плантаций [384].

В Таиланде заложены первые полевые опыты и созданы демонстративные участки, показывающие преемственность и необходимость агролесомелиорации на участках маргинальных низменных земель с неплодородным песчано-суглинистыми почвами лесной опытной станции в провинции Сисакет в ряде агролесохозяйственных систем частично лесных и сельскохозяйственных, возделывание промежуточных культур в междурядьях, устройство живых изгородей и лесозащитных полос, применение смещающихся систем культивирования с циклически чередующими-

ся занятыми парами и др. [500].

В Таиланде лесовосстановление проводят на выработанных оловянных рудниках, в низкопродуктивных кустарниковых зарослях на вырубках и на пустошах после сельскохозяйственного землепользования. Перспективным для лесовосстановления видом является *Eucalyptus camaldulensis*. Его продуктивность аналогична наблюдаемой в дождевом тропическом лесу в Малайзии и очень низка в зоне оловянных рудников [361].

В Таиланде в Чиангмай заложены опыты с вариантами (В): 1) посев вдоль склона; 2) аллейное земледелие между живыми изгородями из леуцены и каяпуса; 3) буферные полосы из трав с кофейными деревьями или хурмой; 4) буферные полосы валы-канавы; 5) агролесное хозяйство (фасоль между деревьями хурмы); 6) поверхность без растительности; 7) лес. Количество осадков 1200 мм. Крутизна склонов 10-27°. Смыв составил 0,7-4,6 т/га. Максимальный смыв на В-5. Для повышения эффективности почвозащитных мероприятий необходимо повышение урожайности культур (введение бобовых культур, внесение N и P, подавление сорняков) и использование в почвозащитных целях фруктовых и кофейных деревьев [204]. На склонах 8° изучали варианты технологий выращивания кассавы (14 шт. – перечень не приводится) [370].

Во Вьетнаме в районе Тхуа-Тхиен-Хуэ на агролесоферме имеют место все типы почвенной эрозии. Средний уровень почвопотерь для всех угодий составляет более 14 т/га·год. По мере увеличения степени сомкнутости потери почвы уменьшаются. Потери почвы от ветровой эрозии уменьшились с 92,7 т/га·год до 1,34 и 2,43 т/га·год [344].

Богарное земледелие в Индии распространено на 75 % сельскохозяйственных земель. Ключом к повышению продуктивности в этих условиях является правильный выбор почво- и водоохранных технологий. 100 % опрошенных фермеров занимаются

междурядной культивацией; 83,33 % – практикуют контурную вспашку; 80,67 % – проводят посевы поперек склонов; 72,66 % – высевают травы на водовыпусках ферм; 61,33 % – сооружают постройки для беспривязного содержания скота; 58 % – практикуют обвалование полей для сохранения влаги и др. [424].

В Шри-Ланке кокосовые волокна используют для мульчирования ультисолей от эрозии. Водная эрозия уменьшилась с 1,1 до 0,048 т/га. При биологическом разложении они не загрязняли окружающую среду, в т. ч. ГВ [512].

В Индии фермерами определен выбор почво- и водоохранных технологий [235], рассматриваются возможности агролесоводства для мелких фермерских хозяйств в Центральной Индии с наделами 2-3 га. Агролесоводство позволит обеспечить фермеров продуктами питания, топливной древесиной и фуражом [226]. В штате Гуджарат используется под пашню половина площади земель. В настоящее время усилия концентрируются на удовлетворение других базовых потребностей населения, в т. ч. в топливе и кормах на площади 175 млн га и малоплодородных земель. Леса занимают 10 % территории и удовлетворяют потребность в древесине и топливе на 5-18 %. Проводится политика создания фермерских лесов и внедряется система агролесоводства. Выращивается до 248 млн сеянцев для более 900 тыс. фермеров. Проводятся исследования, проводятся демонстрации успехов и оказывается техническая помощь фермерам [594]. На экспериментальной ферме по неполивному и органическому земледелию на участках с уклоном 1,4 % создавали контурные растительные валы (ветиверия, левкена) с расстоянием по вертикали между валами 0,5 и 0,25 м. Между валами испытывали культуробороты "сорго-каянус", "соя-каянус" и "маж-сорго". Лучшие результаты по задержанию стока и смыва, урожаю и чистому доходу достигались при использовании для валов ветиверии с размещением валов по вертикали 0,25 см, севооборота "соя-каянус" [497].

Международным институтом сельскохозяйственных исследований в полуаридных тропиках (Индия) изучали экологическое взаимодействие между деревьями и сельскохозяйственными культурами в агролесоводственных системах. Анализ возможного влияния взаимосвязи атмосферных компонентов (свет, температура, влажность) на продуктивность сельскохозяйственных культур под пологом леса показал, что это влияние в аллейных системах в полуаридной зоне является положительным, но менее значимым по сравнению с негативными воздействиями, обусловленными конкуренцией за почвенную влагу. Значительное присутствие корней деревьев (*Leucaena leucocephala*) в верхнем слое 0-30 см почвы и их активное боковое распространение противоречит выводам предшествующих исследований об исключительно глубинном характере корневых систем деревьев, и соответственно концепция положительного взаимодействия корневых систем многолетних и однолетних растений в агролесоводственных системах требует дополнительной поверки [483].

В Индии WesternYahats в кофейном агролесоводстве сложилась испытанная стратегия, что агролесоводство привлекает птиц, летучих мышей, сообщества насекомых, по нескольким исследованиям – некоторых млекопитающих в кофейных фермах [248].

Описано состояние агролесоводства в странах Южной Азии: Афганистане, Пакистане, Индии, Непале, Бутане, Бангладеш и Шри-Ланке. Для каждой страны приведен ассортимент древесно-кустарниковых пород, рекомендуемых для применения. Описаны различные системы агролесоводства, включая простые формы: контурной обработки почвы с посадкой древесных пород по террасам и комплексы разнообразных садовых посадок ферм и усадеб отмечен приоритет Индии в исследованиях, обучении специалистов [391].

В Бангладеш в ходе выполнения 10-летней программы "Деревья и фермерское лесоводство" по внедрению агролесоводства

в сельские местности проведены посадки деревьев широкими рядами на рисовых полях, а также в усадьбах фермеров. К 1997 г. в агролесоводстве применялось 130 видов древесных пород, дающих древесную и недревесную продукцию. В первые годы имел место большой отпад посаженных деревьев, но благодаря лучшей технологии выращивания, включая методы посадки и последующий уход, приживаемость к 1997 г. достигла 85 %. В среднем за 6-9 лет посадки достигли высоты 15-27 м, снижение урожайности сельскохозяйственных культур в междурядьях составило 9 %, но мелиоративный эффект посадок окупал эти потери [343].

На залежных землях анклава Бадай в Индонезии предложена инновационная агролесоводственная система, включающая совместное выращивание риса и альбиции серповидной, одной из самых быстрорастущих древесных пород [364].

В Индии изучены рост, продуктивность биомассы и динамика почвенной влаги в насаждениях *Acacia tortilis* в связи с условиями микрообитания и наземной растительности в жарком аридном районе Индийской пустыни [560].

На склоновых землях Минданао (Филиппины) изучали продуктивность риса, кукурузы и изменение плодородия почв (оксисолей) под влиянием 2-рядных чистых и смешанных живых изгородей из бобовых деревьев *Gliricidia sepium*, а также из местных и кормовых злаков (Agus F. и др., 1999). На Филиппинах изучали принятые в земледелии контурные защитные полосы, после того, как был обучен актив с тем, чтобы распространили полученные знания и навыки. Повышенную заинтересованность в этих полосах проявили земледельцы, работающие на крутосклонных землях. Объем эксперимента невелик – 753. На 5 га создали 48 сети контурных лесных полос. В насаждениях изучали растения (*Gliricidia sepium, Pennisetum*), местные и культурные травы (*Setaria, Brachiaria, Brizantha*), кормовые бобовые, шелковицу, ананас и др. [302]. В нагорных районах поведено постепенное поэтапное

осуществление почвозащитных мероприятий: контурное сооружение водопоглощающих траншей, запруд-перемычек и контурных насаждений из трав и деревьев Клаверии. Создаются предпосылки для зарастания, что позволит перейти к более интенсивному землепользованию участков (от злакового и пастбищного к цвето- и овощеводству), использованию удобрений [301]. На Филиппинах контурные кулисы из *Desmanthus virgatus* шириной 1 м и межкулисным посевным пространством 4 м, мульчированием растительности остатками от обреки кулис (0,3 мг/м^2) [492].

На севере Израиля исследовалась агролесоводственная система, рекомендуемая для аридной зоны и базирующаяся на задержании вод поверхностного стока. Более густая посадка древесных пород (*Acacia salicina* и *Eucalyptus occidentalis*) приводила к уменьшению продуктивности биомассы одного дерева и обеспечивала общей биомассой с гектара. Заметного влияния на эффективность использования воды густота насаждений не оказывала. Верхние слои почвы не эксплуатировались корневой системой деревьев и могут быть использованы однолетними сельскохозяйственными растениями [441].

В Индонезии в бассейне водосбора Бонго на востоке острова Ява вблизи г. Маланг изучали гидрологические характеристики до и после изменения системы земледелия после агролесомелиоративных мероприятий, посадки кустарников. Отмечено возрастание максимального расхода и коэффициента поверхностного стока. Седиментация повысилась на 106 % в первый год и на 135 % на второй год [561]. На деградированных почвах на фермах на участках с уклоном 30-40 % для создания живых изгородей использовали *Lantana camara, Datura aruorea, Tithonia diversifolia* и *Malvaviscus arboreus*. Без изгородей потери от эрозии в разные годы составляли 28,8-80,8 т/га. Все растения в изгородях приживались хорошо (95-98 %) и в целом успешно отрастали после обрезки. При изгородях эрозия ослабевала в 1,5-2,5 раза, снижалась температура почвы и

воздуха, повышалось содержание в почве Р и К, общего N [218].

Эрозия почвы в сельскохозяйственных районах возвышенностей Филиппин является основной экологической и социально-экономической проблемой. Одним из подходов к решению проблемы считается переход к агролесоводству. Агролесоводство начало осваиваться в Клаверии (Минданао). Из 300 обследованных хозяйств 72 % ее освоили и представлены несколькими формами (парки, живые изгороди, лесополосы, насаждения древесно-кустарниковой растительности по границам землепользований и др.). Основной мотив перехода к агролесоводству – дополнительный доход.

На Филиппинах террасы, каменные барьеры и живые изгороди эффективно уменьшали поверхностный сток и потери почвы. Рост эффективных живых изгородей во времени и их социальная приемлемость для фермеров указывают на перспективность данного направления [73]. Склоны уклоном более 40 % должны использоваться только для многолетних культур [262].

В Северном Марокко в горах Риф установлены эрозионные потери почвогрунта (ПП) 585 т/км^2·год при частичной вырубке леса и распашке утраивается, а при полном сельскохозяйственном освоении – в 16 раз. Авторы постоянно настаивают на наибольшей опасности русловой эрозии и считают преувеличенной эрозионную роль деятельности человека. Последующие наблюдения ГИС показывают сложность процесса эволюции эрозионных форм, связанных с уничтожением и восстановлением древесно-кустарниково-растительного покрова [408].

В Тунисе на водосборной площади реки Сбайхия доминирует овражная эрозия, реже плоскостная и ручейковая, которая образуется в основном на пашне при обработке почвы вдоль склона, перевыпаса скота, при выращивании сельскохозяйственных культур с малым количеством растительных остатков. В целом экосистема хрупкая с риском усиления деградации эрозии и снижения

плодородия. Рассмотрен комплекс экспериментально обоснованных мероприятий по ослаблению эрозии (система обработки почвы, севообороты, увеличение степени укрытия растительным покровом, многолетние плодовые культуры и др.) [265].

С начала XX в. северные склоны гор в Алжире подвергаются большому воздействию со стороны человека и крупного рогатого скота, что ведет к деградации почв, рек и растительного покрова. Для защиты почв внедряли системы охраны сельских ирригационных сооружений и восстановления горных почв. Планировалось лесовосстановление на площади 800 тыс. га и обвалование 350 тыс. га сельхозземель. Но в 1980 г. эта программа провалилась. В 1985 г. предпринят новый комплексный проект для снижения риска эрозии в сельской местности. Создана сеть из 50 площадей в 4 горных районах на склонах 10-45 % на высоте 400-900 м над уровнем моря. За 10 лет лишь несколько крупных ливней нанесли значительный ущерб ландшафту. Сток под природной или культурной растительностью был весьма умеренным, в отличие от обнаженных или покрытых коркой почв. Смыв составил соответственно 0,1-3 т/га·год против 20 т/га·год [522].

В Индонезии на острове Тамбукту Зондского архипелага Болгарский писатель Марчевский Марко (1985 г.) описал агролесоводство на тропических плантациях. Почвы аллювиальные лугово-лесные темноцветные. Растительность представлена деревьями, кустарниками, лианами, а высокая густая трава аланг-аланг. Производят сжигание, корчевание, пахоту. Плантацию ограждают густым заслоном из кольев бамбука, лиан от нашествия диких свиней. Возделывают ямс, таро, баньян, кофе, какао, хлебное и дынное деревья, бананы.

В Австралии описали подходы к подбору древесно-кустарниковых пород для агролесоводства в условиях различной увлажненности по сумме осадков (720-2130 мм), по характеру распределения в течение года, по максимальным температурам в

жаркий (25-31°) и холодный (14,5-22,0^{o}) и др. [241].

Изучали влияние лесных полос на рост и урожай зерновых и зернобобовых в Южной Австралии [220]. Лесные полосы из сосны алеппской (*Pinus halepensis*) имели высоту 5 м. Конкурентная зона между деревьями и полевыми культурами составляла 1-4Н, а затем отмечалось благоприятное действие на культурные растения до 20Н. Положительное влияние на урожай зерновых культур составляло 3, а зернобобовых –13 %, а в связи с погодными условиями – 0-7,4 % [220].

В Новой Зеландии в районе Нельсона в исследовании использовали дискриминантные функции, составленные на основе анализа особенностей землепользования в прошлом, с учетом ограничений, накладываемых Актом об использовании и воспроизводстве ресурсов от 1991 г. Участки, имеющие хорошие перспективы для создания на них насаждений были нанесены на карту. К таким участкам не были отнесены хорошо охраняемые местные леса, но только территории, занятые кустарниками и пастбищами (всего 52 тыс. га). В соответствии с планом развития землепользования вокруг города Нельсона исчезнут пастбища, а в перспективе станут преобладать лесные посадки. Однако это приведет к усилению однородности ландшафта и затруднит сохранение и обогащение биологического разнообразия. Поэтому предложено учесть в плане также сохранение и восстановление растительности низменностей, что позволит уменьшить отрицательные последствия расширения площади лесных насаждений [470].

Возделывание сельскохозяйственных культур под деревьями *Mintia ferruginea* из семейства бобовых, эндемичным видом для Эфиопии, является древним приемом земледелия, но благоприятное влияние деревьев на возделываемые культуры не определено количественно [319]. Исследованиями установлено, что содержание подвижного фосфора, органического азота, емкости поглощения в верхнем слое почвы было выше под деревьями, чем вдали от

них, и лишь pH оказалось более стабильной на всех пунктах наблюдения. Урожай кукурузы, выращенной под деревьями, был выше, чем вдали от них, то обеспечило высокую экономическую эффективность совместного возделывания этих культур.

Система акациевых паров в Бенин на базе использования *Acacia auriculiformis* оказалась экономичней и продуктивней, чем традиционная, но связана с риском снижения продуктивности. В связи с интенсивной эрозией ферраллитной почвы возвышенности Адалья предлагается система акациевых и пальмовых насаждений на парах в системе земледелия.

В агролесоводственной системе с выращиванием деревьев на парах в Северном Камеруне установлено, что надземная биомасса, развитие корней и урожаи кукурузы были наибольшими при выращивании лесонасаждений *A. polyacantha* [488]. Для сельскохозяйственного лесоразведения на необрабатываемых сильнокислых почвах во влажных тропиках в Южном Камеруне лучшие показатели прироста и продуктивности были у *Inga edulis* (Kanmesne J. и др. 2000). В Западном Камеруне в местности Бамилеке разработаны рекомендации по охране почв от эрозии [298].

В Судане Западном Дарфуре предложили фермерам выращивать акацию белую и другие перспективные древесные виды [459].

Обсуждаются проблемы привлечения фермеров для лесоводственной деятельности на своих землях в Уганде. Приводится информация о роли лесов в развитии экономики Уганды. Дается характеристика почв и их плодородия[609].

Большой потенциал сельскохозяйственных инноваций для мелких фермеров подсахарной и восточной Африки [550]. Там же фермерам целесообразно объединять деревья и кустарники на полях [595].

В Эфиопии Вондо Генеге изучали совместное применение зеленых удобрений (ЗУ) бобовые *Albizia gummifera, Gmelinii, Millettia ferruginea* (Hochst) Baker и небобовые *Cordia afrikana* и *Cro-*

ton macrostachyus и N_m на урожай кукурузы и свойства почвы. Опыт проводили в течение 3 сезонов, но ЗУ и N_m 100 (вместе или раздельно) вносили только в первый сезон. В сравнении с контролем, при внесении ЗУ + N_m урожай кукурузы был выше на 10-84 %. Прибавка урожая кукурузы была выше при использовании для ЗУ *Cordia* и *Croton*, которые содержали больше Р и К, но меньше N и фенолов, чем *Albizia и Millettia*. Сделан вывод, что для получения достаточно высокого урожая зерна кукурузы в первый сезон необходимо совместное внесение N_m или другого N удобрения в сочетании с ЗУ, где должна преобладать зеленая масса небобовых [579].

В восточной Эфиопии на высокогорье Харарии внедряют *Acacia albida* в агролесоводство зерновых, овощей и кофе вокруг или в междурядье [505].

В Нигерии провинции Ибадан сравнение 2-4-летних насаждений *Albizia lebbeck, Gliricidia sepium, Leucaena leucocephala, Senna corymbosa* и *S. siamea* показало, что *A. lebbeck* помимо того, что увеличивает прирост и урожайность кукрузы, как *L. leucocephala* и *G. sepium*, из-за низкой скорости разложения еще и дольше сохраняется в качестве мульчирующего материала. К тому же альбиция хорошо переносит частые обрезки и не страдает от термитов. При использовании азотфиксирующих древесных растений возврат N при обрезке возрастает до 49-59 %. Сделан вывод о пригодности *A. lebbeck* для использования в аллейных посадках на полях зерновых культур в Западной Африке [147].

В Нигерии проводили исследования на супесчаной почве с pH H_2O 6,3-6,6, $C_{орг.}$ 2,15-2,25 %, обменного К 0-18-0,20 см/кг выращивали банан (Musa AAB) сорта Agbagba с площадью питания 3 × 2 м совместно с полевыми культурами (дыня, кукуруза, маниок) или без них. На фоне $N_{100}P_{60}$ испытывали эффективность дробного внесения $К_х$ – 120, 360 и 480, определяли критический предел содержания К в почве (90 % урожай банана). По высоте

урожая банана получен ряд: банан + дыня > банан только > банан + кукуруза > банан + маниок. Самый высокий урожай получен при внесении $К_{360}$ в варианте банан + дыня 10,39 т/га [199]. Там же в штатах Баучи и Гомбе изучали травяной покров почвы в парках для ослабления деградации. Рекомендуются агролесомелиоративные мероприятия: создание лесополос с широким привлечением местного населения [362].

Промежуточные культуры кукуруза, таро на базе масличной пальмы в Нигерии максимализируют землепользование, стабилизируют урожайность и прибыль, а также балансируют энергетическую и белковую диету фермеров [626].

В Сахели (Африка) изучены защитные полосы из *Andropogon gayanus*, как средство борьбы против ветровой эрозии (Renard C., Yandenbelcirt R. J., 1990). В агролесохозяйственных системах Сахели древесный вид файдхербии улучшает под пологом плодородие, микроклимат, обеспечивает продуктивное возделывание проса, особенно в период закладки путем посева [589].

В Сомали описываются традиционные агролесоводственные системы, в т. ч. учитывающие временный, кочевой характер сельскохозяйственного использования земель. Рассматриваются предварительные результаты внедрения новых систем из международных проектов. Приводится список местных древесных пород, используемых в системах [415].

В Кении проведена оценка проектов развития агролесомелиорации в период 1988-89 гг. Международная организация по агролесомелиорации (JCRAF) рекомендовало 108 проектов. Особое внимание уделено мониторингу и технологиям создания защитных лесонасаждений. Приведены рекомендации и методы для внедрения проектов [403]. В полупустынной части Кении изучали как отдельно растущие деревья гревиллеи (породы с глубокой корневой системой) на рост и продуктивность кукурузы. В сезон дождей транспирация чистого посева кукурузы составляла < 50 %

от выпавшего количества осадков, а у отдельно стоящих деревьев и в агролесомелиоративной системе – 85 %. Необходимо точно определить потери урожая кукурузы и дополнительного дохода от изделий из древесины деревьев [439].

В западной Кении закладывают и обустраивают агролесные участки путем создания аллейных посевов и древесных бордюров, разрабатывают проекты землепользования [537].

В ЮАР провели сравнительное изучение 8 бобовых деревьев-экзотов как источников мульчматериалов по показателям C : N, лигнина, полифенолов, целлюлозы. *Paraserianthys lophantha* и *Chamaecytisus palmensis* поставляли мульчи высокого качества, а *Acacia pycnantha*, *A. saligna* и *A. melanoxylon* давали низкокачественную мульчу. Применение смеси высоко- и низкокачественной мульчи вызывают наиболее положительную реакцию сельхозкультур и может использоваться для защиты от эрозии, потери влаги и сорных видов [591].

Проводили исследования в зоне возвышенностей Эритреи. Изучали местные ресурсы в поиске решения проблемы истощения сельскохозяйственных земель, включая эрозию при недостатке лесных насаждений. Представлены результаты изучения почв, местной растительности, включая традиционное использование деревьев и кустарников, расчет распределения древесной биомассы на территории, характеризующейся большой гетерогенностью [461].

В Нигере в Садоре изучали противодефляционную роль защитных полос из бородача шириной 10 м, защищающих посевы проса в полосе той же ширины от дефляции, особенно в начале дождливого сезона, на 15-20 %. Полосы за 3 года аккумулировали > 200 т/га песчаного материала, но не повышали урожая. Рекомендуются полосы (1-2 ряда) размещать по границам наделов крестьян [382]. Там же в штате Аква-Ибом на интенсивно обрабатываемых холмах наблюдаются сильные процессы эрозии поч-

вы, чему способствуют легкий гранулометрический состав и обилие атмосферных осадков (4020 мм/год). В этих условиях перспективен агрофорестри, где имеется большой потенциал защиты почв от эрозии, повышения содержания органического вещества, усиления круговорота питательных веществ, сохранения благоприятных агрофизических свойств и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур [487].

В Ятенга (Буркина-Фасо) почва страдает от эрозии. После засухи 1982-1985 гг. проект направлен на повышение эффективности использования воды в развитии сельскохозяйственных почв. Для каждой части волнистого рельефа (вершина, склон, подошва) испытывали технологию, сочетавшую физические (каменные изгороди, проницаемые дамбы) и биологические (посадка деревьев, кустарников, посев трав) методы. Затруднения в слабой технической вооруженности ферм и с миграцией крупного рогатого скота в время сухого сезона [477].

В юго-восточном Бенине главная проблема состоит в снижении почвенного плодородия и урожая сельскохозяйственных культур в традиционной системе земледелия. Использование паров на базе использования *Acacia auriculiformis* дало наибольший эффект [502].

В Кении выделено 3 главных типа деградированных земель после подсечно-палового способа ведения сельского хозяйства: деградированные пашни, пастбища и луга с доминированием *Imperata cylindrica* на общей площади 250 млн га. Существуют физические(уплотнение почвы, эрозия), химические (подкисление почвы, уменьшение доступных питательных веществ) и биологические (потеря микросимбионтов, внедрение сорных растений) причины деградации земель. Фундаментальные концепции экологического восстановления с акцентом на круговорот питательных веществ и сукцессионную динамику могут явиться этапами возвращения деградированных земель к продуктивному состоя-

нию. В сочетании с приемлемыми политическими и социально-экономическими мероприятиями эта работа может создать необходимые альтернативы забрасывания земель после вырубки тропических лесов [529].

В восточной Кении в семиаридных и субгумидных районах на 16 участках с разной степенью пастбищной дигрессией установлено, что при проективном покрытии 40-100 % слабо влияло на потери почвы, приходящиеся на каждый миллиметр осадков, но при сокращении с 40 % очень резкой и при 40 % признана критической в почвозащитном отношении [649].

В Руанде подтверждена высокая опасность плоскостной, струйчатой и пахотной эрозии (1-3 см/год) на возделываемых склонах крутизной 20-60 %. Предложено 4 варианта укрепления склонов: мульчирование, живые изгороди с использованием бобовых кустарников, ступенчатое террасирование и постоянный зеленый покров в виде леса, пастбища или сады с залуженными междурядьями через 2 м. Живые изгороди продуцировали 2-9 т/га·год зеленого корма и 2-4 т/га·год топливной древесины, в сочетании с пожнивными остатками сельхозкультур эта биомасса совместно с лесным опадом была адекватна внесению в верхний слой почвы N_{80-120}, P_2O_{54-12}, K_2O, CaO, MgO_{20-80} кг/га·год. Возникла проблема известкования почвы [520].

В Бурунди изучали продуктивность и влияние банановых растительных остатков (РО) на сток и эрозию кислых ферралитовых почв. При удобрении из расчета 30 кг компоста на 1 банановое дерево в год продуктивность низка (1-2,7 т/га·год). Сухая масса РО попадает в почву в виде мульчи рядами шириной 0,5 м с расстоянием между деревьями 2-5 м. Эти ряды эффективно снижают поверхностный сток (1,1-2,5 т/га·год) вместе с 40 т/га·год на участках с обнаженной поверхностью. Полное мульчирование почвы (10 т/га·год) повышает фильтрацию и улучшает химические свойства через 3,5 года. При внесении навоза (3-9

т/га) урожай бобов составляет до 700 кг/га [518].

В Западном Камеруне в местности Бамилеке высокогорное плато имеет плодородные почвы при высоком количестве дождевых осадков. Рост населения привел к заселению центральной части района (> 500 человек/км^2). Традиционная система землепользования, основанная на сочетании возделывания сельскохозяйственных культур и разведении мелких животных (овец, коз, свиней и птицы), относительно эффективно предотвращала эрозию и продуктивное плодородие почвы, но исчезновение кустарников, распашка земель без противоэрозионной защиты свидетельствуют о необходимости вернуться к адаптивному землепользованию [297].

В Северном Камеруне создана система 57 площадок по изучению поверхностного стока, 6 лизиметров определения водного и питательного баланса, потерь от смыва, урожаев биомассы. Сток и эрозия были умеренными даже при ранних палах и выпасе. При вспашке поверхностный сток был наибольшим (10-24 т/га·год). На вспаханных участках покрытие пожнивными остатками обеспечивало лучшую инфильтрацию (4-10 %) и мелкие эрозионные потери (2-7 т/га·год). Заделка в почву пожнивных остатков и навоза не влияли на эрозию, но значительно повышали урожайность культур [240].

Основная причина игнорирования фермерами многих рекомендаций в области агролесоводства заключаются в отсутствии на ранней стадии исследований анализа реальных интересов фермеров. Описывается метод быстрой оценки проблем землепользования и определения стратегии исследования и внедрения агролесоводства, базирующийся на понимании принципов фермерского производства и сочетании традиционных исследований с анализом местного опыта. Метод был разработан и апробирован в Shurungwi (Зимбабве) в 1988 г. [193].

В Восточной Африке изучали проблемы лесоводства в Ethi-

opian высокогорьях [282].

В Южном Камеруне, латинской Америке обоснована селекция какао на карбонатных почвогрунтах [448].

Изучены рост и биомасса молодых *Eucalyptus fercalyticorne* в агролесоводстве Морогоро в Танзании [198].

Описаны агролесоводственные системы на Андаманских и Никобарских островах [268].

В Мексике на юго-востоке Юкатана изучали засоленность почвы, структуру сообщества двух мангровых лесов [630].

В США определена роль агролесоводства в лесовосстановлении в пойменной долине Нижней Миссисипи [275].

В Британской Колумбии предлагают в растительных ресурсах недревесные зеленые продукты [268].

200 лет назад средняя мощность верхнего слоя почвы в США на пахотных землях составляла 52,5 см, против 15 в настоящее время. Ежегодно из-за эрозии теряется 0,125 см верхнего наиболее плодородного слоя почвы (6 млрд т). Эрозия уже поглотила 1/3 исходных пахотных почв. Становятся непригодными для полеводства 1620000 га. В числе противоэрозионных мер – создание приречных буферных зон, фильтрационных полос, противоэрозионная обработка почвы, выращивание покровных культур, беспахотные системы обработки и полезащитные полосы [397].

В США (Колумбия) оценивали эффективность улавливания смытой почвы 14 живыми изгородями (ЖИ) в возрасте 25-133 лет. Почвы – моллисоли и алфисоли. Определяли мощность наносов, содержание в них $N\text{-}NH_4$, $N\text{-}NO_3$, органического С, pH. Эффективность ЖИ оказалось высокой и зависела от проявления эрозионных процессов и свойств почв. По эффективности они сравнимы с ЖИ многолетних трав [454].

Приведены примеры успешного в экономическом и почвозащитном отношениях осуществления фермерами штата Алабама почвозащитных мероприятий (контурные буферные полосы в кон-

турных посевах хлопчатника и арахиса, почвозащитные покровные и промежуточные культуры, применение севооборотов) [311].

В США в Пидмонте (штат Северная Каролина) и на прибрежной равнине буферные злаковые травы ослабляли поверхностный сток и смыв почвы при ливне > 25 мм/час на 30-50 %, а при 172 мм – на 70 % [496].

В США анализировали опыт успешного применения в Индии в борьбе с эрозией и дефляцией почв барьера из жесткостебельной травы ветиверии (*Vetiveria zizanioides*), которая ограничивается зимними температурами (–15 °С). Перспективны просо прутьевидное и мискактус китайский (*Miscanthus sinensis*). Под травяными барьерами можно отводить 5-10 % склоновой или дефлируемой пашни [387].

В Гаити интенсивное развитие эрозии почв приходится на начало массовой вырубки лесов на горных склонах под плантации кофейного дерева (1730 г.). В настоящее время ежегодно из оборота выводится 6000 га из-за эрозии почвы. Для сельского хозяйства страны необходимо разработать методы и технологии лесовосстановления, перейти к полосному земледелию, облесению земель, неиспользуемых в сельском хозяйстве [444].

На юге Нью-Мексико изучали потери: N, P, Ca, Mg, Na, Cl и SO_4 на участке луга и кустарниковых зарослей в пустыне Чихуахуа. Порог появления стока при дожде был ниже в кустарниковых зарослях, чем на лугу и коэффициент стока составлял в среднем 18,6 % на кустарниковых участках за 7-летний период, луг же терял 5,0-6,3 % осадков со стоком за 5,5-летний период. С участка кустарника терялось больше питательных веществ, чем с участка луга. Потери N составляли 0,33 против) 0,15 кг/га·год соответственно за 3-летний период [538].

На Кубе в провинции Пинар-дель-Рио в кукурузно-бобовых севооборотах на склонах холмов с крутизной уклона 5 %, где на кромках водосборов располагались *Stizolobiom* d. и *Canaraline*, за-

щищенные живыми барьерами из *Leucaena leucocephala* и *Gliricidia sepium*. Почва кварцито-ферралитная. Удобрения вносили согласно запасов питательных веществ. К концу 5-го года выявили уменьшение потери почвы ниже приемлемого уровня 5 т/га, увеличение высоты террас из-за аккумуляции осадков, увеличение растительного покрова в сезон дождей и снижение эрозии почвы. Обнаружено наличие круговорота питательных веществ через зеленое удобрение и повышение урожаев в сравнении с участками без применения противоэрозионной практики [202].

В Доминиканской республике отмечена эффективность в борьбе с эрозией: залужение, устройство буферных полос, контурных кулис в Нигерии – контурные кулисы и мульчирование поверхности [414].

Фермеры Гюинопе и Эль Корпус в Гондурасе не считают приоритетными контроль эрозии и почво- и водоохранные меры. В живых барьерах фермеры предпочитают использовать виды, способные предохранять почвы от смыва и давать дополнительный доход. Практика создания таких барьеров должна поощряться как компонент проектов сельского развития, предпочитаемый фермерами, повышающих продуктивность и его устойчивость. Развиваются технологии в социально-культурном контексте с оценкой способности различных живых барьеров. Контролировать эрозию почвы на опытном участке в Чолутека. Испытали 4 варианта: контроль и живые барьеры из *Gliricidia sepium, Vetiveria zizanioides* и их смеси. Через 2 года не было существенных различий и снижения потерь почвы между вариантами [330].

В Гаити изложены материалы по предотвращению эрозии (Paskett C. J., Phioloctete C. E.,1990).

В Пуэрто-Рико в северо-центральной части острова на 3 сильно эродированных ландшафтах оценивали эффективность деревьев *Albizia procera*, *Peltophorum inerme*, *Andira ternes*, *Pithecellobium*, *Leucaena leucocephala*, бобовых трав *Desmodium heter-*

ophyllum, *Arachis glabrata*, *Neotonia wightii* и злаковых трав *Brachiaria brizantha* и *Brachiaria decumbens*. Деревья *A. procera*, *L. leucocephala*, злаковые и бобовые ослабляли эрозию почвы лучше, чем дикая растительность. Под *B. decumbens* не было эрозии даже в пики дождливого сезона. Под травами быстрее накапливалось органическое вещество, чем под деревьями.

В Бразилии 40 лет назад была расчищена от леса и использована под кофе. В условиях обилия осадков (1221 мм) наблюдалось сильная деградация почв. Оценивали пригодность 38 видов нативных и интродуцированных растений из 22 семейств при внесении удобрений и без них. Хорошими показателями роста отмечались *Caesalpinia peltophoroides*. Площадь листовой поверхности очень влияла на формирование подстилки и плодородие почвы [243, 447].

Для борьбы с эрозией почвы Национальное водное агенство Бразилии разработало специальную программу. Отмечено ослабление эрозии при освоении агролесопастбищной системы в соответствии со специально разработанной методологией. Эрозия уменьшилась на 78,52 %. Мероприятие экономически выгодное, валовый доход возрос на 27,7 % [40].

В Боливии в среднеандских долинах в семиаридной холмистой местности эрозия почвы является острой проблемой. Установили, что основной из главных причин почвенной эрозии является обработка почвы в целях уничтожения сорной растительности. Эрозия определена в пределах 19-400 т/га·год [556].

В департаменте Кочабамба в полуаридных долинах Боливийских Анд создаются живые барьеры из трав и кустарников на пути стока по контуру склонов. Сформированные на склонах они уже через 3 года накапливали осадки стока, что позволяет фермерам использовать и адаптировать данную технологию. Наиболее перспективен в создании барьеров вид *Phalaris arundinacea*. Обнаружена тенденция потери органических веществ, Р, К и Са и

снижение pH. Высокая вариабельность и ограниченные сроки формирования живых барьеров затрудняют разработку конкретных рекомендаций [555]. Там же изучено влияние живых барьеров на ослабление эрозии почвы в долинах Анд [556].

В Аргентине в Андинопатагонии в переходной лесостепной зоне в последние десятилетия увеличились облесенные территории для прекращения эрозии почвы. Продуктивность сельскохозяйственных угодий при этом повышалась и стабилизировалась, эрозия резко ослабевала [224].

3.5. Агролесоводство на опустыненных землях

Опустынивание территории может быть природным и антропогенным. В совокупности с засухами, процессы дефляции, эрозии, засоления, дегумификации почвы в аридных районах создают критическую агроэкономическую ситуацию в природопользовании, увеличивают площади неудобных опустыненных земель, резко снижают урожайность сельскохозяйственных культур. Агролесоводство может быть приемлемой альтернативой в решении проблемы ускоряющегося опустынивания в аридных зонах.

Изложены материалы многолетних исследований агроресурсного потенциала сельхозугодий в пространственной и временной динамике под влиянием природных и антропогенных факторов. Особое внимание уделено распространению особенностей опустынивания земель и теоретических основ лесомелиорации [167].

Методический подход к ландшафтной агролесомелиорации деградированных земель включает следующие этапы изучения и картографирования: 1) ландшафтная интерпретация аэрокосмической фотоинформации; 2) оценочное картографирование видов и уровней деградации земель; 3) ландшафтно-лесомелиорированное картографирование как основа для экологического планирования фотомелиоративных работ в зависимости от вида и уровня

деградации земель [91].

Увеличение засушливости в южной полосе России с XV в. до 2016 г. с усилением антропогенной деятельности привели к деградации и опустыниванию всех категорий земель на площади 65,8 млн га в европейской и 146,0 млн га в азиатской частях России [78, 134]. В Казахстане ежегодно опустынивается 50-70 тыс. км^2 (Аскарова, 2013).

Дана оценка современной ситуации с деградацией и опустыниванием земель в России, а также определены актуальные проблемы, стоящие перед агролесомелиоративной наукой в ближайшие 10 лет [77] и проекте концепции Федерального научного центра [78].

До 80 % обследованной территории потенциально опасно в отношении опустынивания. В Ставропольском крае современному опустыниванию подвержены 40 % равнин, в Дагестане – 70 %. В Дагестане наиболее интенсивными темпами прогрессирует "опесчанивание". Главными причинами формирования незакрепленных песков здесь являются неурегулированный выпас скота и распашка малопродуктивных пастбищ на легких почвах. В Ставрополье на почвенный покров сильно воздействует водная эрозия, проявляющаяся на склонах и орошаемых землях. Проявляются также последствия засоления и осолонцевания [124].

Древние очаги дефляции на Черных землях Калмыкии на площади 16250 га, как наиболее лесопригодные территории, необходимо использовать для создания сети лесных оазисов хозяйственно-рекреационного использования [79].

Предложены и осуществляются фитомелиоративная реконструкция и адаптивое освоение Черных земель [175] в северном Прикаспии [5].

Обобщение производственного опыта лесопастбищных угодий в аридной зоне показывает, что наиболее эффективным приемом борьбы с опустыниванием является схема территориально-

го землепользования, которая предусматривает трансформацию сельскохозяйственных угодий в кадастровую систему природных ландшафтов [395].

Проведен кадастровый учет землепользования лесопастбищных угодий в аридной зоне России [185]. Дан анализ динамики пастбищ Приэльтонья по данным NDVI [187].

На территории Калмыкии процесс опустынивания охватил 83 % земель, из них в стадии сильного и очень сильного опустынивания находится 47 %. Площадь пустынь возрастает со скоростью 50 тыс. га ежегодно. Доминирующим типом опустынивания является пастбищная дигрессия. Происходит постоянная галоксерофитная смена растительного покрова. Опустынивание степи сопровождается становлением пустынных природных комплексов. На больших территориях Черных земель Прикаспия отмечено уменьшение ареалов зональных бурых полупустынных песчаных и супесчаных почв. Наблюдается снижение содержания гумуса, уничтожение верхнего гумусового горизонта. Площадь открытых песков превысила 150 тыс. га. На орошаемых землях возрастают площади засоленных почв [166].

Показано опустынивание и предложены перспективы восстановления ландшафтов Чуйской степи (Алтай), организация агролесоводства. В историческом аспекте рассмотрено изменение природной среды Чуйской степи, на территории которой 50 лет назад преобладали лесостепные ландшафты, а вследствие перевыпаса скота, распашки земель наблюдается деградация почв. Даны рекомендации для прекращения деградации почв, опустынивания территории: 1) уменьшить поголовье скота, особенно овец и коз; 2) оголенные участки почв засеять волоснецом сибирским; 3) провести лесовосстановительные работы и интродукцию кустарниковой растительности; 4) ограничить все мелиоративные работы [192].

В условиях Центрально-Тувинской котловины дефлированные пахотные угодья трансформированы в кормовые. На каштa-

новых почвах многолетние травы высевали во второй половине лета с внесением $N_{23}P_{23}$. Наиболее засухо- и морозоустойчивым оказался житняк гребенчатый. Желательно участие в травостое бобовых, а в качестве покровной культуры – овес [110].

Исследованиями установлена критическая агроэкологическая ситуация большей части земельных угодий кизлярских пастбищ. С целью недопущения ухудшения экологической ситуации для восстановления биологической продуктивности земель необходимо: 1) временно полностью исключить из пастбищного использования земли очень плохого агроэкологического состояния; 2) провести полный комплекс мелиораций по закреплению песков, прекращению дефляции, восстановлению растительного покрова, прекращению вторичного засоления почв и т.д.; 3) резко сократить пастбищные нагрузки при строгом соблюдении сезонности выпаса [146].

Дан количественный анализ факторов, действующих на песчаное опустынивание плато Ордос [375].

В Португалии разрабатывается агролесоводство на прибрежных дюнах от Овара до Фигейро-да-Фош [305].

Сочетание разреженных групповых посадок древесных видов и активное внесение богатой видами семян степных кормовых растений, обогащенных высокоурожайными сортовыми компонентами кормовых трав, может послужить основой комплексной фитомелиорации опустыненных земель [32].

В Германии для прогнозирования пространственного распределения систем землепользования (включая агролесоводство) и расчета набора региональных ключевых индикаторов разработали имитационную модель ProLand, базирующуюся на Географической Информационной Системе (ГИС). Данная модель позволяет компоновать производственную программу (сельско- и лесохозяйственную) с максимальной земельной рентой на растровой основе при соблюдении определенных природных, эконо-

мических и политических рамочных условий. Внедрение экономящих затраты и труд методов повышает региональную занятость и может рассматриваться как важный фактор в будущем сельскохозяйственных ландшафтов [464].

Антропогенная деятельность во всех географических зонах Узбекистана значительно нарушила естественные ландшафты, привела к деградации почв и опустыниванию земель. Существенно улучшить экологическую обстановку в регионе можно методом лесомелиорации до общей лесистости 8-10 %, а пашни до 2,5-3,5 % необходимо создание почвозащитных, пастбищезащитных мелиоративно-кормовых полос на 300 тыс. га донных отложений осушенного Аральского моря, 250 тыс. га в пустыне. По границам оазисов пески методом лесомелиорации следует превратить в кустарниковые пастбища [67].

В США в рамках программы улучшения экологии на западе пустыни Мохаве (штат Калифорния) на площади 1070 га (участки прежде использовались под пашню или были подвергнуты перевыпасу) изучали возможность ослабить перенос ветром пыли. Установлено, что с помощью прямого посева кустарников и дернованных трав удается уменьшить запыленность на 95 %. Растительный покров охватывает 35-97 % поверхности от картины влагообеспеченности. Рассмотрели подходы к подбору видов местных растений с учетом почвенных условий. Удачный прямой посев получается при минимальном нарушении почвенного покрова и в увлажненные годы [313].

В Китае в центральной зоне пустыни Такла-Макан на эоловой почве при поливе засоленными ГВ (4-5 г/л) создана искусственная растительность, изменившими 4 годами спустя экологию и ландшафт пустыни, а также свойства ее почвы. Повысилось плодородие песчаного грунта, увеличилось содержание в почве органического вещества, общего и доступного N, P, но снизилось содержание K. Продвижение искусственной расти-

тельности в зону подвижных песчаных дюн ускоряет биокруговорот и аккумуляцию питательных веществ, улучшает свойства почвы, ее биоактивность и плодородие. Интегрированный индекс плодородия повысился с 0,376 до 0,189 [315].

На песчаном опустыненном плато Ордос опустынивание можно ограничить путем ограничения прироста населения, увеличения площадей под орошаемыми угодьями и облесенными территориями, создания улучшенных и искусственных пастбищ [375].

В районе Кээрцинь в связи с опустыниванием земель обсуждаются проблемы восстановления плодородия песчаных земель [376].

Установлено, что из-за суровости климата и специфических почвенных условий и интенсивной антропогенной нагрузке гетерогенность ресурсов земли в аридных и полуаридных травянистых экосистемах в течение последнего столетия постепенно возрастала. Отмечалось усиление распространения кустарников в травянистых экосистемах и атогенное формирование островков плодородия под кустарниками, что еще более усиливало гетерогенность почв. Это приводило к изменению биологического состава и структуры, перераспределению почвенных ресурсов, изменению функций экосистемы и структуры от относительно стабильной травянистой экосистемы к квази-стабильной с наличием кустарников [152].

В Индии в аридном районе Индийской пустыни исследования проходили на голых дюнах и равнинах и на заросших *Dactyloctenium*, также на сходных участках с высаженной на них акацией. Содержание почвенной влаги на равнине было на 17 % выше, чем на дюне, а на голых участках – на 35 % выше, чем на заросших участках. Показатели роста, продуктивность биомассы на разных участках свидетельствует о конкуренции между *D. scindicum* и акацией. Для уменьшения конкуренции и лучшего роста акации на равнинных участках рекомендуют проведение агротехнического ухода и обработки почв [110].

Анализируется статус, причины и способы предотвращения опустынивания земель в зоне соприкосновения земледелия с пастбищами в северном Китае (IZFPNC), где скорость опустынивания земель наиболее высока, а окружающая среда более развита. Основной причиной опустынивания являются избыточные лесозаготовки, перевыпас и дорогостоящие мелиоративные проекты. Технические системы для предотвращения опустынивания земель в IZFPNC включают системы восстановления растительности на песках и их закрепление экстенсивного сельскохозяйственного производства и земледелия и технические системы регионального развития и управления сельхозресурсами, а также промышленного использования песчаных материалов [416]. Современная площадь опустынивания в Китае равна $1{,}74 \times 10^6$ км^2, составляя 18 % общей территории страны, непосредственно затрагивая 10-миллионное население и нанося ежегодный ущерб в 54 млрд юаней. В борьбе с опустыниванием важную роль играет закрепление подвижных песков с помощью специфичных пустынных видов растений в первую очередь древесно-кустарниковых *Populus diversifolia, Haloxylon* и др. Большое значение имеет организация системы постоянного мониторинга за ходом закрепления песчаных земель и состоянием природной растительности в 8 пустынных и 4 опустыненных территориях. В рамках борьбы с опустыниванием задействованы административные и научно-исследовательские инстанции, фермеры и технический персонал, лесоводы и биологи [85].

В Китае приемами борьбы с опустыниванием признается 2 типа: адаптационный и восстановительный. Адаптационные методы включают нормализацию экологической структуры земледелия, лесоводства и животноводства и создания сельскохозяйственной системы с широкой сетью лесозащитных полос. Улучшение богарного земледелия, площадь распространения которого ограничивается изотермой 250 мм, является предпосылкой при

регулировании пропорций земледелия, лесоводства, животноводства. Восстановительные меры включают создание небольших участков и групп кустарниковой растительности в междюнных ложбинах, где имеется доступ к ГВ, а на дюны – высаживание растений-пескозакрепителей в целях создания искусственных экосистем: высаживание леса для леса и топлива и других целей. При восстановлении опустыненных земель одновременно учитывают многие социальные факторы [186].

В Северном Китае на песчаных пространствах МУ-Ус приведены результаты исследований на основе классификации ландшафтов и картографии по изменениям в картине ландшафтов за период с 1930-х гг. по настоящее время. Изменения произошли драматические. Подвижные и полуподвижные пески быстро распространялись, а территории под закрепленными песками сокращались. Происходило расширение земель сельскохозяйственного пользования под пашню, резко сократились площади лугопастбищных угодий, кустарников и переувлажненных засоленных земель. Ландшафт стал более фрагментарным [313].

В местности Хорцинь изучали свойство опустыненной песчаной почвы после облесения, обследуя почвы под 3-, 9- и 19-летними плантациями *Populus simonii* в округе Наймань на востоке Внутренней Монголии. После облесения отмечена аккумуляция пылевато-глинистых частиц и органического С в поверхностных горизонтах. Этот процесс медленно возрастал в первые 9 лет и быстро – в последние годы с 10-го по 19-й, особенно в понижениях местности. Сходная тенденция отмечена для доступной влаги, доступных N, P и ЕКО. Требуется 10-30-летний период для восстановления почв после опустынивания и интенсивного сельскохозяйственного землепользования [552].

На севере провинции Хэбэй в районе Кинбао в пастбище-полевом экотоне природная система нестабильна, потенциал саморегулирования низок, равновесие легко нарушаемо и место-

обитания сильно уязвлены. В последние 20 лет рост народонаселения и поголовья скота, освоение целины, перевыпас, сведение лесов и интенсивная деятельность человека привели к огрублению гранулометрического состава поверхностного слоя, уменьшению содержания гумуса, сокращению растительного покрова, деградации структуры растительного сообщества и как следствие – к опустыниванию [551].

Установлено, что основными типами землепользования являются обрабатываемые земли, облесение территории и пастбищные угодья. На пашне подвержены опустыниванию территории, которые рациональнее было использовать под облесение и пастбища. Основными причинами опутстынивания пастбищ являются чрезмерный выпас скота, а также низкое качество земель. Предлагается часть наименее продуктивной и склонной к опустыниванию пашни отводить под леса и пастбища. Одновременно при этом совершенствовать системы земледелия и повышать плодородие почвы. Даны предложения по контролю опустынивания на примере песчаных земель Хорциня [245].

Дана характеристика состояния контрмер борьбы с опустыниванием на песчаных землях [356]. Проведено реконструирование пожароустойчивых защитных полос на неполноразвитых почвах [613].

В Китае изучены рост и репродукция и их взаимосвязи с влажностью почвы в искусственных популяциях *Artemisia sphaerocephala* различной плотности в пустыне Алкса [646].

В Монголии в переходном 1990 г. в рыночной экономике резко усилился антропогенный импакт на растительный и почвенный покров, особенно близ столицы Улан-Батор, вдоль российско-китайского коридора "Север – Юг". Деградационные эффекты охватывают степную и пустынную растительность, луга, болота, заросли тростника в речных долинах и низинах. Особой опасности подвергаются леса саксаула. Почвы деградируют по-

сле распашки земель, внедрении поливного земледелия, бессистемных рубок в лесах [342].

В сухих степях Монголии в результате антропогенного воздействия встречаются несколько видов деградации почв, присущих отгонному животноводству, богарному и орошаемому земледелию, применяемым комплексам и транспортным магистралям. Довольно большая плотность животных способствует выпадению ценных кормовых трав и заменой их малопродуктивными сорными. Распространены дефляция, эрозия (вдоль дорог), вторичное засоление, загрязнение, нарушение почв [86].

В Марокко эрозия и дефляция почв активна на 28 % территории страны, где распахано 8,5 млн га. Потери от эрозии составляют от 3,2 до 40 т/га·год. Опустынивание принимает угрожающие размеры на границе с Сахарой из-за перевыпаса скота, вырубки древесины [131].

В Нигерии агролесоводство может быть приемлемой альтернативой решении проблемы ускоряющегося опустынивания, обусловленного продолжительной засухой, интенсивной эксплуатацией сельскохозяйственных земель и вырубкой деревьев. Рассматриваются результаты исследований и внедрения агролесоводственных систем на северо-востоке страны. Выявлена значительная (28 %) зараженность семян деревьев. Выявлена эффективность некоторых агролесоводственных древесных плантаций, которые позволяют значительно повысить продуктивность фитомассы и сельскохозяйственных культур [592].

4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ АГРОЛЕСОВОДСТВА

4.1. Плодородие почвы

Почвы являются самым сложным биоматериалом на планете. Более 90 % генетического разнообразия планеты приходится на почвы [511].

Традиционная теория рассматривает почвообразование как прогрессивное развитие под влиянием постоянных факторов окружающей среды до достижения равновесия почвы с этими факторами. Эта теория подтверждается классическими исследованиями хронорядов почв и растительности. Новый эволюционный взгляд на почвообразование предполагает непостоянство окружающих условий и нелинейность развития в системе почва-ландшафт (Huggeit, 1998). Согласно этой теории, генезис почвы включает постоянное образование и разрушение на всех уровнях, результатом чего может быть и прогресс, регресс и равновесное состояние.

В современном зарубежном лесном почвоведении, главным образом в Центральной Европе, в качестве индикаторов плодородия лесных почв распространены следующие параметры: 1) общие концентрации (содержание) биоэлементов (C, N, P, K, Ca, Mg) в адекватном корневом слое в связи с pH и формулами гумуса; 2) концентрации (содержание) щелочных (Ca, Mg, K) и кислотных (Al, Fe, Mn) катионов, экстрагируемых NH_4Cl вместе с показателями их насыщенности; 3) концентрации биоэлементов почвенного раствора и соответственно их потоки (Rehfuess K-E, 1999).

Важную роль в изменении почв и почвообразовательного процесса играет биологический фактор, деревья и кустарники в

насаждениях, сменившие травянистую растительность целинных и антропогенных сельскохозяйственных ценозов.

Формирование лесных почв ускоряет выветривание подстилающей горной породы, одновременно по интенсивности и глубине воздействия, превышающих выветривание процесс на зональных необлесенных полях. Этот процесс получил название педолиза подстилающих горных пород – их разрушение под воздействием формирующихся на них почвах.

В настоящее время уже известно, что лесная растительность разрушает массивно-кристаллические, вулканические породы, способствуя накоплению мелкозема, а на осадочных породах и гумуса, биофильных элементов. Вместе с животными организмами, микроорганизмами она определяет перемещение, концентрацию и рассеивание химических элементов в земной коре, имеет планетарное значение.

В молодой и перспективной отрасли хозяйства агролесоводстве почвенных исследований проведено мало. Большинство из них посвящены изучению изменения плодородия почв, обеспеченности почв и растений водой и питательными веществами.

Изучена пространственная изменчивость свойств почвы в связи со сменой растительности [534], процессы и механизмы подкисления почвы при конверсии луга и леса [366], влияние удобрения древесной золой на химические свойства лесных почв [564].

Изучены основные направления мульчирующих материалов и компостов в садоводстве при формировании агроценозов (Yratzon E.,1991). Предложена стратегия компостирования, разработанная садово-огородным управлением крупного города (Milchert J., 1991).

Решающее значение для плодородия лесных почв имеет наличие в них невыветрившихся силикатных минералов, которые обеспечивают питательными элементами деревья при воздействии на них грибов и корневых выделений (Juer J., 1964). Относительно

быстрый рост насаждений на бедных почвогрунтах, возможно, органические вещества в лесных почвах не существенны для питания деревьев. Так, для условий Норвегии установлено, что относительные приросты составляют при мощности верхних горизонтов лесных почв более 70-100 см, а при 20-70 см – 74 %. С повышением содержания гумуса приросты древесины понижались.

Эволюция лесомелиорированных почв обусловлена эволюцией факторов почвообразования в связи с заменой одного из ведущих факторов, травянистой растительности на лесную и изменением экологии лесомелиорируемой территории.

Защитные лесные насаждения – биологический барьер в круговороте веществ: 1) аккумулируют балластные и питательные вещества из почвы и атмосферы на продолжительный период; 2) задерживают и распределяют твердые атмосферные осадки; 3) задерживают продукты эрозии и дефляции почвы; 4) задерживают жидкий сток талых и ливневых вод; 5) сокращают непроизводительные потери влаги на испарение; 6) формируют антропогенные ГВ; 7) формируют биоценотический горизонт лесной подстилки; 8) усиливают элювиальной процесс, вымывание токсичных солей и питательных элементов [68].

На агролесомелиоративной засушливой территории лесная мелиорация достигается путем ослабления силы и турбулентности ветрового потока, снегозадержания и снегоотложения, стокорегулирования, предотвращения дефляции почвы, выращивания устойчивых и долговечных лесонасаждений. На влагообеспеченной субтропической и тропической территории мелиорация достигается путем оптимизации освещенности, микроклимата, предотвращения эрозии почв на лесных полянах (окнах) путем подбора древесных пород, проведения умеренных рубок ухода. Во всех местоположениях в зоне распространения корневых систем деревьев и сельскохозяйственных растений отмечается борьба за потребление воды и питательных элементов и возникает необходимость оптимизиро-

вать водный и питательный режимы почв путем дополнительного увлажнения, внесения удобрений, подбора растений.

В агролесоводстве на лесной территории при раскорчевке леса наблюдается резкое падение гумусного состояния почв, а при облесении лесных культур на старопахотных землях заметно его восстановление. Так, на юге Средней Сибири при раскорчевке леса происходит минерализация гумуса, а его запасы в почве уменьшаются на 12-46 %, N – на 5-45 % [188]. За первые 2-4 года минерализуется лесная подстилка и лабильные формы органического вещества. Новое равновесие состояния почв агроценозов достигается через 25-50 лет при низком содержании гумуса. При создании лесных культур на старопахотных почвах за 10-20-летний период содержание гумуса возрастает в 1,3-1,4 раза. Для достижения первоначального запаса гумуса в почве потребуется 10-60 лет в зависимости от произрастающей древесной культуры.

Агролесомелиорация обеспечивает устойчивое землепользование, снижение эрозии почвы и повышение доходов мелких фермеров. Для оценки этих преимуществ разработали эмпирический индекс охраны почв как взвешенное среднее фермерских восприятий 4 почвенных показателей и статистическую модель пользы от охраны почв при агролесомелиорации. Используя данные обследования на Филиппинах, модель показала, что агролесомелиорация может на 15-20 % снизить эрозию почвы на типичных мелких фермах. Многие фермеры развивающихся стран сталкиваются с дефицитом информации и капитала, поэтому предлагается оказать им общественно-политическую поддержку мелкомасштабной агролесомелиорации как типу естественных инвестиций и почвенный капитал, принося пользу частному и общественным секторам [494].

Предложены способы и технология повышения плодородия почв и общей устойчивости агросистем в садах на основе применения сеяных и естественных растущих трав. Выращиваемые в

междурядьях садов однолетние, многолетние и естественно растущие травы в период от посадки до вступления насаждений в пору плодоношения служат источником повышения плодородия. Устойчивость садового агроценоза повышается введением биологического разнообразия растений. Приведен комплекс машин для воспроизводства почвенного плодородия в садах. Обеспечивается сокращение обработок почвы и горюче-смазочных материалов на 20-30 % [15].

Агролесоводство применимо на площадях, где низкое плодородие почв ассоциируется с высоким потенциалом эрозии, дефляции. Использование древесных культур и кустарников улучшают производство органического вещества, поддерживает плодородие почвы, обеспечивает необходимую влажность почвы, сокращает деградацию почв, уменьшает расчлененность почвенного покрова. Кроме того, лес служит источником фуража, пищи, топлива, древесины и других продуктов, поддерживающих экономическую стабильность участка [200].

Лесные насаждения ускоряют почвообразовательный процесс, улучшают лесорастительные свойства песчано-ракушечной почвы. Это обеспечивает более благоприятные условия для древесно-кустарниковой растительности. В свою очередь, представляется возможным расширить породный состав насаждаемых культур, вследствие чего следующее поколение будет более устойчивым и долговечным [96].

Описана лесомелиорация загрязненных агроландшафтов [118]. Показана роль лесов в экологической стабилизации ландшафтов [122]. Обстоятельно обоснована связь леса и атмосферы [154]. Обосновано органическое земледелие – система защиты почв и окружающей среды [66, 113].

Изучена рекультивация ландшафтов [120]. Обосновано применение химической рекультивации отвалов для защиты водных объектов от загрязнения [142].

На лесомелиорированной территории возможно действие следующих элементарных почвенных процессов: 1) первичного на горных породах и песках; 2) гумусонакопления; 3) рассоления и рассолонцевания; 4) выщелачивания. Абсолютный возраст почвообразования лесомелиорируемой почвы с момента агрогенной рекультивации горной породы, а относительный – с момента посадки лесонасаждения на агроземе, лесоземе, последующей смены стадии или условий почвообразования.

Сравнительные исследования типичных черноземов оренбургского Предуралья, находящихся под лесом и пашней показали, что высокие показатели водоустойчивости почвенной структуры и водопроницаемости в сочетании с низкой плотностью под лесом обусловлены значительным преобладанием в составе их гумусовых веществ гидрофобных фракций, что может быть использовано в системе почвенного и земельного мониторинга [103].

Изучено формирование первичного гумусового горизонта на отвалах вскрытых пород под 10-летними культурами сосны (Шугалей Л. С., 1997). Его образование тесно связано постепенным изменением фито- и микробиоценозов, комплексами беспозвоночных.

За 27 лет сельскохозяйственного землепользования pH_{KCl} понизилось до глубины 120 см почти на единицу, а при лесном – мало изменяется. Запас $C_{орг.}$, соответственно уменьшился с 98,1-85,3 до 91,1-83,7, а под лесом увеличился с 90 до 104 т/га [516].

Есть основание полагать, что в ландшафтном взаимодействии связанная с ним минерализация азота в историческом аспекте развития лесов влияет на структуру растительного покрова больше, чем плодородие почвы (Clark J., 1990).

Billings W. D. делает предположение, что интенсивность влияния древесных пород на почву может существенно и не увеличиваться после кульминации текущего годичного прироста [236]. К этому можно добавить, что в новых условиях почвообразования почва в своем развитии стремится к установлению зо-

нального квазиравновесного, климаксного состояния со средой и особенно активно изменяется в начальном периоде. В стремлении экосистем к достижению гомеостаза направленность почвообразования определяется как биологическая эутрофикация.

Изучены процессы и механизмы подкисления почвы при конверсии лугов и леса [366]. Роль полезащитных лесных полос в биологическом земледелии в агроландшафтах возрастает при оптимальном размещении полос (не более 30-35-кратной их защитной высоты), увеличении видового разнообразия деревьев и кустарников, введении ценных медоносных и пыльценосных видов, введения травопольных севооборотов с учетом бобовых культур [45, 66].

В последнее время более широко стали применяться биологическая мелиорация лесов с помощью многолетнего люпина. Исследования междурядных посевов многолетнего люпина в культурах сосны, ели и дуба показали возможность повышения прироста этих видов в 1,5-3 раза и более [39].

Результаты 30-летних исследований показали высокую степень надежности и экологической устойчивости систем земледелия на контурно-мелиоративной основе, адаптированных к ландшафтным условиям ЦЧЗ [65].

Изменение землепользования проходили в направлении от луга к пашне, о пашни к поливным землям, от поливных земель к овощным плантациям. Изменение содержания органических веществ, общего азота и доступного фосфора с 1980 по 1999 гг. по типам землепользования характеризовалась так: овощные плантации > поливные земли > пашня > луг [396].

Рассмотрено влияние контролируемого выжигания растительности на химические свойства почв вторичных тропических лесов. Установлено, что после выжигания существенно увеличивается pH, содержание органического вещества, общих и доступных форм N, P, K в верхнем (0-10 см) слое почвы. Однако эти же показатели существенно не изменились на глубине 10-30 см [544].

Исследование почвы по истечении 2-х лет функционирования агролесоводственной системы и снятия урожая *Coix lakryma-jobi* показали, что по сравнению с контролем улучшилась порозность почвы, увеличились плодородие и влажность почвы [639].

Обоснована возможность усиления действия севооборотов как биологического фактора в земледелии комплексном применением навоза, сидерата, побочной продукции в качестве удобрения [36].

Для повышения плодородия почв на склоновых эродированных почвах предлагается выращивать кустарники (по продуктивности биомассы они превращают травянистую растительность в 2-4 раза) [171].

Установлено, что аккумуляция органического вещества в почвах аридной зоны происходит с достаточно высокой скоростью в тесной связи с динамикой растительного покрова при формировании мощных аккумулятивных горизонтов под древесной растительностью. Скорость деградации этой системы после разрушения растительности исключительно велика, что свидетельствует о неустойчивости аридной зоны и незаменимой роли растительного покрова в стабилизации почвенной системы (Чертов О. Г., 1992).

Рассмотрены способности защитных лесных насаждений локализовать полллютантов промышленных предприятий, снижать вред от перенасыщенной среды удобрениями и пестицидами, очищать воздух и воду от вредных примесей, бактерий и пр. Показана необходимость тщательного подхода к проектированию и созданию санитарно-защитных и водоохранных насаждений. Рассмотрены проблемы и пути природопользования в условиях критического состояния биосферы на глобальном, федеральном, отраслевом, субъектов федерации и местном уровнях. Обоснована важность переоценки некоторых приоритетов в защитном лесоразведении.

На территориях, нарушенных техногенными обработками, загрязненных тяжелыми металлами, сульфатами и др., содержание которых превышает ПДК, рекультивация (Р) нарушенных зе-

мель проводится в 3 этапа: 1) горнотехнический – планировка поверхности и проведение гидротехнических мероприятий; 2) химический – дезактивация токсичных элементов; 3) биологическая мелиорация – восстановление плодородия и продуктивности нарушенных земель, создание сельскохозяйственных и лесохозяйственных угодий [87].

Изучали влияние внесения растительных остатков 5 видов бобовых и листьев *Eucalyptus globulus* на динамику неорганического N на красноземах и серой подзолистой песчаной почве. Листья эвкалипта характеризовались сильной иммобилизацией N в течение всего 519-дневного инкубационного периода, а N бобовых вначале иммобилизовался, затем реминерализовался в различной степени. Наибольшие объемы N выделял люпин и наименьшее – пелюшка. Измельчение и заделка остатков значительно усиливала иммобилизацию N в сравнении с оставлением их на поверхности. Мульчирование бобовыми остатками эвкалиптовых плантаций – ценный источник N для деревьев, поддерживающий плодородие почвы [257]. Проводили сравнение минерального питания, микроорганизмов и ферментной активности почв на участках кустарниковой пустоши, вторичном насаждении эвкалипта и на эродированной почве. На всех участках пулы минеральных элементов были бедными, а бактерии создавали 79 % всех микроорганизмов почвы. Наименьшие показатели наблюдались на эродированной почве, промежуточные на верхних частях склонов и наибольшие на средних и нижних частях склонов [620].

Описана комплексная почвенно-восстановительная система тестированная в условиях 2 типов почв, целевом внесении органических веществ, мероприятий увлажнения почв, возобновления растительности 23 видов сорных и 13 кормовых кустарников [523]. Использование древесных культур и кустарников улучшает производство органического вещества, поддерживает водообеспеченность, плодородие почвы, уменьшает эрозию, деградацию

почв, увеличивает побочное пользование продуктами фуража, пищи, древесины и т. п.

Весьма перспективно совместное выращивание ореха черного и сельско-хозяйственных культур. Повышается плодородие почвы, прекращаются эрозионные процессы, улучшается экологическая среда (Yordon A., 1988).

Сукцессия у канингамии ланцетной может привести к разрушению почвенного плодородия (гумуса). Широколиственные деревья в смешанном лесу могут добавить Na и регулировать соотношение C/N [333].

Мониторинг плодородия лесомелиорированных почв предлагается обязывать на всех уровнях: государственном, природозональном, региональном (агролесомелиоративным районам) и агролесоландшафтным глобальном (физико-географические страны), зональном (природная зона), региональном (агролесомелиоративный район), локальном (ландшафтном), биогеоценотическом (лес, поле, зона на межполосном поле). Почва очень динамичная система. По времени выделяют периоды: системные, суточные, сезонные, среднегодовые, многолетние циклы.

Сочетание агролесомелиоративного и органического земледелия является основой защиты почв и охраной окружающей среды [45, 113].

Обследованы участки различного плодородия почв под взрослыми насаждениями сосны обыкновенной и ели обыкновенной в центральной Финляндии и под лесными культурами сосны посадки 1973 г. на обыкновенных пахотных землях. Проведена классификация почв под лесами. Наиболее важными показателями свойств почв были pH, содержание Ca, P и ила. При мощности слое 30-40 см почвы были в основном среднепродуктивными. В сравнении с обычными лесами леса на бывших пахотных землях характеризовались более высокой продуктивностью благодаря более высокому плодородию [597].

В Карелии на неокультуренной песчаной почве изучали влияние удобрений, полученных путем компостирования отходов переработки древесного сырья (кора из отвалов) на урожай и качество клубней картофеля сорта Невский. В качестве основной добавки интенсифицирующей процесс микробиологического разложения коры приняли последрожжевую бражку. Контролем служил вариант, где в качестве органического удобрения использовался низинный торф. Показано, что удобрения из коры повышают урожай картофеля, нитратов было меньше ПДК, накопление тяжелых металлов не обнаружено [24].

Для условий Эстонии скорость накопления органического горизонта на сланцевых отвалах под лесными культурами составляет около 1 см за 10 лет. В изученных сомкнутых культурах 15-25-летних культурах самая мощная лесная подстилка образовалась под сосной, а богатая питательными веществами и хорошо разложившаяся – под черной ольхой. В слое 0-10 см минеральной почвы, скорость накопления гумуса составила 0,06-0,32 % в год (Райд, 1991). Там же изучали природу лесных экосистем на дюнах на берегах Балтики в плане химических характеристик почвы и напочвенный растительности на 300-метровой трансекте через самую самую высокую в Эстонии дюну (23 м). Выявили достоверную зависимость pH и концентрации питательных веществ в почве от места отбора образца на дюне. Почвы вершины дюны очень бедны питательными веществами [371].

В Великобритании в буковом и еловом лесу, улучшены бессменные пастбища и пашня. В образцах почвы 0-10, 10-20, 20-30 см и лесных подстилках определили содержание общего органического С и производных лигнина. Обнаружены четкие различия в почве под лесами и пастбищами вещества: сирингилового и ванилинового остатков феруловой кислоты. В пахотной почве в слое 0-18 см не отмечено дифференциации веществ [530].

Под защитными лесными насаждениями и на прилегающих

полях активно аккумулируются органические и минеральные вещества. В России в южнотаежно-лесной, лесостепной, степной, сухостепной, полупустынной и пустынной природных зонах в почве в слое 0-100 см в 1995 г. накоплено гумуса 200,7 млн т, валового N 10,1 млн т, P_2O_5 4,6 млн т, K_2O 12,2 млн т [67]. Аккумуляция гумуса в почве под лесным насаждением активизирует развитие травяного и кустарникового ярусов, особенно на открытых участках и опушках.

В биологическом земледелии используют вермикультуру. *Eisenia fetida* при культивировании предпочитает в качестве корма листовой опад робинии лжеакации (*Robínia pseudoacácia*), который вполне обеспечивает жизнедеятельность культивируемых червей. Образующейся вермигумус способствует оптимизации структурного состояния бурой полупустынной почвы, что выявляется в увеличении доли агрономически ценных агрегатов. Целесообразно использовать для интродукции ювенильных компостных червей с учетом их большой пластичности и лучшей приспособляемости к новым условиям обитания по сравнению со взрослыми животными. Полученные результаты можно использовать при разработке малозатратной круглогодичной биотехники лабораторного вермикультивирования [93].

Определены объемы древесных отходов Кондопожского ЦБК, использованные в качестве удобрения. Без минерального N вызвало негативный эффект. При выращивании сеянцев хвойных на его фоне необходимы ранние ильские подкормки азотом, наблюдали стимулирование всхожести семян, нарастание корневой массы, подавление развития возбудителей болезней [8].

Компосты из навоза КРС и ржаной соломы с и без дождевого калифорнийского червя установлено, что вермикомпосты содержали больше копролитов (60 %), N, P_2O_5, MgO и меньше K_2O, чем компосты без дождевого червя [565].

В Испании представлена оценка почв на высокогорном пла-

то Ла-Плана, представленного в семиаридной зоне на центральном участке долины р. Эбро. Оценке подвергнуты общая продуктивность земли, лесо- и сельскохозяйственная пригодность местных перегнойно-карбонатных лептосолей. Класс земель относится к среднему. Здесь могут культивироваться только зерновые. С сельскохозяйственной точки зрения наиболее пригодными являются сосновые и маслиновые насаждения. Облесению подлежат наиболее каменные почвы в восточной части Ла-Плано [478].

В Бельгии сравнивали 3 варианта землепользования (ЗП) в длительном экологическом исследовательском полигоне Биологической станции Келлога в Мичигане с соседним широколиственным лесом. Вариантами были традиционное возделывание культур, выращивание тополя в течение 10 лет на бывшей пашне и старая полевая сукцессия (10 лет). Применяли методы агрегатного анализа и физического фракционирования органического вещества (ОВ), чтобы выделить пулы, которые: 1) имеют высокий потенциал для сохранения С; 2) накапливают С с быстрой скоростью в процессе сукцессии или облесения. В слое 0-7 см облесение существенно увеличивает агрегирование почвы до уровней близких к естественному лесу. Однако содержание С этого слоя не следует той же тенденции: запас почвенного С естественного леса (22,9 т С/га) был значительно выше, чем при выращивании молодого леса (12,6 т С/га) и в полевой сукцессии (15,4 т С/га). Если же рассматривать слой 0-50 см, то не обнаруживается различий в содержании общего С почвы между традиционной системой возделывания культур и тополевым насаждением, тогда как сукцессионная система показывает увеличение общего С в этом слое со скоростью 0,786 т С/га в год [266].

В Германии изучали влияние быстрорастущих древесных пород (ивы и тополя), используемых при облесении, на агрохимические и агрофизические свойства почв, а также колонизацию эндо- и эктомикоризой тонких корней. Количество $C_{орг.}$ в поверхностном

слое почвы под деревьями существенно возрастало преимущественно за счет опада листьев и отмирания корней в отсутствие обработки почвы. Объемная масса почвы значительно уменьшалось, а порозность существенно увеличивалась. При этом возрастала доля средних пор, происходило увеличение водоудерживающих способностей почв. На корнях колонов ивы и тополя доминировала эктомикориза. При облесении микориза оказывала положительное влияние на агрохимические и агрофизические свойства камбисолей [380]. Там же на гипсовых почвах в горах Кифхойзер и Южный Гарц питанием. Это указывает на способность этих деревьев активно отбирать и исключать поглощение веществ [450].

В Германии изучали минерализацию N и мульчирующее качество листьев агролесоводственных видов. Виды *Erythrina abyssinica, Geravillea sepium, L. leucocephala* и *L. pallida* быстро выделяли N и обеспечивали более высокое качество мульчи по сравнению с *Grevillea robusta, Acacia polyacantha* и *Entada abyssinica* [206]. Рассмотрены проблемы и перспективы использования компостов в различных отраслях народного хозяйства [557].

В Германии научно-исследовательская группа ученых и производственников общества ландшафтоведения разработала практические рекомендации по использованию мульчирующих материалов и компостов в садах и агроценозах. При заделке органических материалов в почву и внесении на поверхность отмечено положительное влияние на питательный режим почвы, защита от испарения влаги и эрозии почв. При больших дозах материалов возможно загрязнение водоемов и ГВ [514].

На Украине определяли содержание тяжелых металлов в 4 пунктах: в естественном дубово-грабовом лесу на светло-серой и серой подзолистых почвах с использованием отдыха (Киев), в естественном грабово-дубовом лесу на тех же почвах и на лугово-степном участке с дерново-подзолистой почвой (Каневский заповедник), в искусственном лесу степной акации на черноземе

(Днепродзержинск). Наибольшее загрязнение Cd и Pb наблюдалось в Киеве и насаждениях акации в Днепродзержинске. Высокое содержание Zn и Ni было в Днепродзержинске [234].

На северо-востоке Испании изучали влияние изменений землепользования на заброшенные террасированные почвы средиземноморского водосбора. В рамках 2 высотных градиентов отобрали 11 репрезентативных участков современного землепользования от активной обработки до парования с выделением 4 главных типов: 1) виноградники и оливковые рощи (без парования); 2) кустарниковые заросли (5 лет); 3) заросли пробкового дуба и оливы (25 лет) и 4) дубово-сосновое возобновление (50 лет). Выявили существенные различия в содержании органического вещества почвы, общего N, водозадерживающей способности и pH при различном землепользовании. Идентифицированы 3 качественных индекса почвы: индекс эрозии и потери питательных веществ, индекс почвенного качества и плодородия, индекс растительного почвенного покрова и почвозащиты [283]. В Галисии на северо-западе Иберийского полуострова широко представлены почвы с грубым механическим составом, кислые, богатые органическим веществом (2-10 %). При распашке происходит быстрая минерализация гумуса, ухудшается структурность, аэрация, водопроницаемость. Имеется необходимость в фитомелиорации, защите от эрозии, деградации [512].

В горных почвах Толедо изучали превращение остатков лесной растительности, попадающей в почву в результате различных агротехнических операций [238].

В листопадных лесах южных Аппалачей изучали рост деревьев, химический состав листвы и круговорот азота вдоль градиента отложений азота. В 6 лесных участках с доминированием *Fagus grandifolia, Acer saccharinum, Betula alleghaniensis* было заложено 46 пробных площадок вдоль градиента отложений N. Обнаружена достоверная линейная связь между отложениями N и

приростом клена, химического состава листьев у всех видов. Постоянное отложение N может влиять на структуру и химический состав лесов региона [239].

В инкубационных экспериментах оценивали обеспеченность почв природных и сельскохозяйственных экосистем Московской обл. (серая лесная почва) и Каталонии (ксеро-карбонатная почва). Содержание минерализуемого и активного углерода в серой лесной почве умеренное в следующем ряду экосистем: лес > луг > неудобренный агроценоз; а в ксеро-карбонатной почве в ряду: лес > пастбище > залежь > агроценозы с органическим удобрением > неудобренный агроценоз [151].

В Болгарии внесение значительных объемов P_2O_5 и K_2O (1200 и 1000 кг/га) перед посадкой сада умеренно обеспечивает деревья до 4 лет после посадки, после чего Р-баланс почвы становится отрицательным. При выращивании ржано-гороховой смеси на зеленое удобрение с заделкой ее в почву вносилось 9,8-10,5 кг/м^2 сырой массы растений, содержащей 0,84 и 0,88 % P_2O_5. Существенно большее количество растительной массы до 28,5 кг/м^2 – удалялось при выращивании культур в междурядьях сада с содержание Р 0,75-0,78 % от объема сухой массы [378]. Там же используют перспективную систему содержания живой мульчи на поверхности почвы на молодых плантациях сливы [271].

В Армении на склоне южной экспозиции крутизной 5-27° под залужение отведены участки > 8°, а < 8° – контурные полосы шириной 50 м – полевые сельскохозяйственные культуры под защитой 5-рядных древесно-кустарниковых полос. Ниже расположены пастбищные угодья. Смыв почв сократили с 5,7 до 1,3 т/га, влагообеспеченность повысили на 4 %, содержание гумуса в почве увеличилось на 0,3 %, урожайность зерновых возросла в 3-6 раз, а многолетних трав – в 1-6 раз, продуктивность пастбищ повысилась в 3,9 раз [4].

На высвобождающихся из-под озера Севан грунтах интенсив-

но протекают процессы почвообразования под насаждениями облепихи (Арапетян Э. М., Мартиросян Г. В., Тамоян С. Д., 1997).

В Португалии показано ведение лесных хозяйств в Эфоре [438].

В районе юго-восточного Китая изучали содержание углерода, азота, фосфора, микробной массы в почвенных профилях под 5 различными растительными системами: территория без растений (1), бамбук (2), китайская пихта (3), цитрусовые фруктовые деревья (4) и рисовое поле (5). Уровни С микробной массы в системе 2 были выше, чем в других системах и уменьшались с увеличением глубин почвы во всех растительных системах, кроме 2. Наивысшее количество N было найдено в верхних 20см почвы системы 2 и в слое 2 – 40 см других систем с растениями. Ряд уровней N почв от высшего к наземному был следующим: 2 > 3 > 4 > 5 > 1. Уровень Р во всех растительных системах снижался с увеличением глубины почвы. Результаты также показывают, что растительное покрытие и приемы управления оказывают сильное воздействие на развитие и распределение почвенных микробиологических свойств в почвенном профиле [599].

В районе Шанхуан (пров. Нинся) изучали химические свойства почв под кустарником, пашней, естественными лугами (ЕЛ), садами и искусственными лугами (ИЛ). По содержанию доступного N в почвах образован ряд: кустарник > пашня > ИЛ > ЕЛ > сад; общего N: ЕЛ = кустарник > пашня > ИЛ > сад; доступного Р: сад > пашня > ЕЛ > ИЛ > кустарник; доступного К: ЕЛ > сад = ИЛ > кустарник; органического вещества почвы: ЕЛ = пашня > кустарник > ИЛ > сад; по емкости обмена катионов: кустарник > ИЛ > пашня > ЕЛ > сад [434].

Приведен обзор китайских и зарубежных исследований по влиянию ухода за лесами на $C_{орг.}$ почвы. Применение органических и минеральных удобрений способствует увеличению накопления $C_{орг}$. Это связано с увеличением листового спада и травя-

нистой растительности. Если почвы непригодны для длительного использования под пашней или имеется риск деградации почвы, то лучше изменить землепользование, например, провести облесение и обеспечить надлежащий уход и защиту леса. При использовании земель необходимо уменьшать эмиссию CO_2 из почвы, усилить секвестрацию С, повышать качество почвы [422].

Исследования проводили на почвах при типичных землепользованиях: под кустарниками, залежами, пашней и лесопосадками на разных участках склона (верхняя, средняя, нижняя части и подножье). По увлажнению, качеству земли получен ряд: кустарники > залежь > пашня > лесопосадки [436].

В Китае изучены биологические мероприятия и определен их мелиоративный эффект на сульфатные почвы [553]. В горнолесной зоне Люнань изучено содержание растворенного органического С в почвах при различном их сельскохозяйственном пользовании [615].

В Китае на Лёссовом плато на 10 стоковых площадках Чайцзя – чуаньского водосбора показано, что залужение обеспечивает лучшую способность удерживать воду ливневых осадков в сравнении с участками под древесной или кустарниковой растительностью. Насаждения водо- и почвоохранные обладают более высокой способностью, чем леса товарного назначения. Естественные и смешанные леса лучше справляются с поверхностным стоком на склонах, чем однопородные искусственные лесопосадки [432].

Там же на склоновых участках в овражистой местности водосбора Вандонгоу на пашне, под садами, лесами, под злаковыми и бобовыми травами. В сравнении с пашней, содержание $C_{орг}$ выше под лесом на 25,3 %, под злаковыми травами – на 17,1 %, под клевером – на 11,6 % и ниже под садами на 2,2 %. Отмечена положительные корреляция содержания $N_{общ}$ с содержанием $C_{орг}$. [287].

В Китае в холмистом регионе с красноземными почвами исследования проводили с различными типами растительного по-

крова на деградированных почвах под листопадным широколиственном лесом (*Querens chenii*), хвойным лесом (*Pinus massoniana*), смешанно-хвойным лесом (*Q. chenii и P. massoniana*), слабо градированными лугами, а также насаждениями чая, хурмы, арахисом и луговыми пустотами. По интенсивности биологических свойств почвы в слое 0-10 см получен ряд: насаждения хурмы > посевы арахиса > чайные плантации > луг > смешанный лес > дубовый лес > сосновый лес. С глубиной биологическая активность почвы ослабевает [186].

В карстовой зоне Чунцына при переходе девственных лесов во вторичный растительный покров физические свойства почв деградируют. В пахотном слое на склоновых участках под полевыми культурами содержание водопрочных агрегатов крупнее 2 мм уменьшалось, и наблюдались процессы опесчанивания. Содержание органического вещества зависело полностью от типа растительного покрова и интенсивности использования земельных участков. Содержание органического вещества имеет тенденцию к повышению при трансформации пашни в леса и луга. Растительный покров оказывает значительное влияние на свойства карстовых почв, деградацию земель и функций, связанных с водным режимом, запасом питательных веществ и балансом семян [616].

Изучили изменения в почвенной экосистеме под влиянием различной растительности. После сведения естественной лесной растительности и создания вторичных лесов естественным путем или искусственными посадками наблюдалась деградация физических свойств почвы. На заброшенной пашне, под кустарниково-травянистой растительностью, вторичными и естественными лесами доля водопрочных частиц более 2 мм составила соответственно 52,1, 24,7, 29,9, 22,8 %. На склоновых участках прослеживались процессы опесчанивания. Содержание органического вещества в почве ниже на пашне, чем под лесной и травянистой растительностью. После трансформации пашни в лес или луг со-

держание органического вещества в почве постепенно увеличивалось. Однако в лесопосадках или при естественном лесовозобновлении содержание органического вещества в почве оставалось ниже, чем в естественном лесу [425].

На иловато-глинистой почве (ультисоли) под насаждениями кустарника леспедецы (*Lespedeza bicolor*) и камфорного дерева (*Cinnamomum camphora*) и на постоянном пару определили количественные пулы органического вещества и прочность почвы в слое 0-5 см. Средняя величина секвестрации $C_{орг}$ за 14 лет составила 20-25 г/см^2·год. Была установлена линейная зависимость между прочностью агрегатов и содержанием $C_{орг}$ почвы [634].

Изучали распределение почвенного углерода в различных точках землепользования. Среднее содержание углерода в почве убывало в ряду: сомкнутые лесные насаждения куннингамии (13,0 г/кг) > лесохозяйственные земли (12,3 г/кг) > оставленные под паром (11,0 г/кг) [289].

В провинции Шаньси установили, что насаждения желтой акации способны улучшить физические свойства, повысить активность ферментов, увеличить содержание органического вещества. Карагана способна давать мощный прирост в условиях истощенной почвы [477].

В районе 3 ущелий изучали эффективность вариантов выращивания *Vetiveria zizanioides* для вычвления влияния удобрений и мульчирования на круговорот питательных веществ в системе промежуточного культивирования. Установили, что сочетание шпалерной монокультуры *V. zizanioides* (Н) с мульчированием и/или удобрением создавали режим, при котором потери N в 2-4 раза превысили потери С. При этом Р терялся главным образом из-за почвенной эрозии и в стоке почти отсутствовал. Ряды живой изгороди (Н) могут эффективно контролировать почвенную эрозию, но поверхностный сток был идентичен наблюдаемому на участках стока без насаждений. Предпочтительными аг-

ролесомелиоративными вариантами признаны шпалерная культура + органическое удобрение [225].

В Китае на горных лугах Синьцзяна живые изгороди за короткий срок незначительно повышали содержание N и органического вещества в почве [274].

В Китае в горно-лесной зоне Люпань исследовали посадки лиственницы 13, 18 и 25 лет на бывшей пашне. Содержание растворенного $C_{орг}$ было больше под естественным лесом, чем под молодыми лесопосадками, пашней и лугами [269].

В долине р. Шу в округе Юсянь провинции Шаньдун на пашне, переведенной в лес после замены песчаной почвы на плодородную, рост тополя улучшается, содержание питательных веществ и активность уреазы, пероксидазы, поддержание полифенолов и микроорганизмов возрастали. Выращивание сельхозкультур в междурядьях положительно влияло на органические вещества почвы, доступные P, K, Fe и Mn, активность почвенных ферментов и численность микроорганизмов [43].

В дельте р. Ляохэ установлено, что по берегам основных протоков и содержанием солей в почве (ССП) ниже 0,3 %, могут быть высажены *Populus biaoningensis, P. zhonglinensis* и *P. popularis*. После улучшения на морских берегах с ССП до 0,4 % можно выращивать *Robinia pseudoacacia, Ulmus pumila*. *Fraxinus velutina* можно высаживать вдоль дорог на нефтяных промыслах с ССП 0,52-0,73 %. *Tamarix chinensis* пригоден для посадки на дамбах, защищает от приливов при ССП в 0,9 % [493].

На аридной территории в переходном поле от оазиса к пустыне изучали свойства почвы под кустарниками *Haloxylon ammodendron, Reaumuria soongorica*, и *Tamarix ramosissima*. Оценивали пространственную пестроту плодородия почв. Почвы под пологом кустарников содержали больше органического вещества, общего N и доступного K в сравнении с почвами без растительного покрова. Виды кустарников оказывали влияние на ослабле-

ние засоленности почв [618].

В Китае на прибрежных холмах установили, что древостой гибридного эвкалипта *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* при оптимальной лесокультурной густоте (1325 деревьев) могут повысить плодородие почвы и содержание органических веществ в почве, а также NPK, активность почвенных ферментов. В сравнении с необрабатываемыми участками почвы содержание почвенных агрегатов, порозность почвы были выше в древостоях [29].

Изучали разложение корней и динамику питательных веществ в насаждениях триплоидного тополя и райграса многоцветкового при трансформации пашни в районе Тяньцуань. Установлено, что потери массы тонких корней тополя и райграса имеет экспоненциальную связь со временем. В процессе разложения таких корней возрастает содержание N и Ca, содержание P, K и Mg снижалось [290].

В Китае в восточной части Тибетского плато исследования проводили на участках 5 способов землепользования: естественное пастбище, огороженное пастбище, вспаханное пастбище, имитирующее градиент вырождения пастбища под влияния выпаса. Повсеместно содержание NO_3-N было выше, чем содержание NH_4-N. Отмечено, что более интенсивное использование земли (пашни) приводит к значительному изменению органического вещества в почвах, увеличению денитрификации. С повышением температуры повсеместно увеличилась общая нитрификация (кроме участка вспаханного пастбища). Вспаханное пастбище было очень чувствительно к повышению температуры [220].

В пустынном регионе изучали распределение почвенной влаги в кустарниковых зарослях тамарикса *Tamarix ramosissima* и на обнаженной песчаной почве. В обоих случаях влажность возрастает с глубиной по почвенному профилю. Под кустарником влажность была в слое 0-30 см из-за притенения, а в слое 30-200 см – меньше из-за десукции. Перераспределение почвенной и грунто-

вых вод корнями кустарника – важный фактор влияния на приживаемость тамарикса в суровых условиях среды [160].

В провинции Гяньсу на сульфатных почвах изучали действие агротехнических приемов: 1) выращивание солеустойчивых многолетних трав с низким уровнем залегания ГВ; 2) распашка и засев травами засоленных луговых почв; 3) лесомелиорация с параллельной посадкой кустарников и сельскохозяйственных растений, а также с посевом трав на открытых участках с дефляцией почв [52].

В районе Восточно-Китайского побережья засоленность почв связана прежде всего с действием приливов, затоплением и интрузией морской воды. Чрезмерное использование ГВ может усилить интрузию морской воды и повысить концентрацию солей. Агролесоводство может повысить плодородие почв, предотвратить засоление почв, повысить продуктивность сельскохозяйственных культур и поддерживать биоразнообразие. Рассмотрены подходы к подбору видового состава древесной растительности, размещению ее на территории с целью занять определенные ниши в пространстве и по глубине в почве. Основными типами насаждений являются лесополосы [632].

В Корее почвы сформировались на граните грубого гранулометрического состава, с низким содержанием органического вещества, водорастворимых ионов, небольшим ЕКО в сравнении с почвами, сформировавшимися на андезите и с почвами под лесом. Пахотные почвы содержат больше $P_{общ.}$. По этому показателю получен ряд: незатопляемая пашня > сады > рисовые поля > лес [392].

Во Вьетнаме большие площади обрабатываемых почв освоены недавно после расчистки естественной растительности. При их использовании приходится учитывать негативные факторы: малая мощность профиля, ухудшение оструктуренности, деградацию гумуса, Р [391].

На юго-западной части центрального плато на базальтовых почвах при внесении минеральных и органических удобрений

получены прибавки урожаев. Подсев бобовых культур на зеленое удобрение и злаковых культур между рядами кофейных деревьев вполне удовлетворительно обеспечивает их потребность в органическом веществе и стабилизацию плодородия [520].

В Японии описаны характеристики ряда бобовых древесных пород, пригодных для агролесоводства, включая почвоулучшение, высокодекоративные, пригодные для получения топливной древесины и др. Проводятся сравнительные оценки их распространения и прорастания семян, а также роста видов *Erythrina*. При смешении почвы с древесным углем стимулировалось клубенькообразование с участием бактерий, фиксирующих N [588].

В Китае считают, что оптимизация планирования растениеводства может повысить эффективность использования воды и солнечной энергии, снизить частоту и степень проявления засух, повысить интенсивность круговорота питательных веществ. Для более рационального использования ресурсов красноземов необходима разработка комбинированной модели агроэкосистемы размещения посевов, экономного использования ресурсов влаги и поливной воды, расширения практики мульчирования, возделывания почвопокровных культур и лесополос, увеличение применения органических удобрений, сбалансированное применение минеральных удобрений, оптимизация структуры посевов, адаптация многоуровневых технологий использования пищевой цепочки [183].

Изучение влажности, температуры, плотности сложения, твердости и механических компонентов почвы в 7 искусственных лесах эвкалипта и 1 акации показало, что влажность почвы под эвкалиптом с 50 %-ным проективным покрытием подпологовой растительностью на 11,2-62,9 г/кг выше, чем при наличии лесного опада, чем без него. Температура почвы в акациевом лесу с подпологовой растительностью была выше, чем с ее отсутствием или под густым лесным пологом, но ниже на открытой местности. Показаны различия твердости и плотности сложения почвы в

различных вариантах растительного покрова и мульчирования опадом. Показана важность сохранения подпологовой растительности и лесной подстилки, как улучшающих физические свойства почвы эвкалиптовых и акациевых лесов [418].

На участках под естественным лесом, облесенных сельскохозяйственных землях, на вырубках леса и продолжительной культивации без полива, на последних отмечено истощение $C_{орг.}$. Доля $C_{орг.}$ от общего С в естественных лесных почвах, на пашне и облесенных землях составила соответственно 65, 11, 47 % [640].

Через 3 года после облесения бамбуком бывших пахотных земель содержание $C_{орг.}$ почвы снижалось и особенно сильно в верхних 30 см почвенного профиля, а в последующие 3 года быстро повышалось до 9-ого года и превосходило уровень пашни [423].

В типичной агролесной экосистеме выявлен незначительный избыток N в зоне выращивания сельхозкультур и в системе фермерских полей и небольшой дефицит N в современных водосборах. В лесной системе N-дефицит сильнее. Увеличенное внесение химических N-удобрений привело к опасности загрязнения эмиссиями газообразных выделений N и повышения концентрации NO_3-N в поверхностных водоемах и ГВ. Леса играли большую роль в снижении эрозии и улучшении распределения N между экосистемами [498].

Почва в лесозащитных ценозах выступает как хранитель семян на продолжительное время их всхожесть и в ряде случаев как ингибитор прорастания семян. Так, слабая засоренность сорной растительности под лиственными насаждениями, что повышает их выживаемость и долговечность.

Создание лесных насаждений на сельскохозяйственных землях может оказывать неоднозначное влияние на почвенных животных и микроорганизмы. Так, с облесением пастбищ в Новой Зеландии с увеличением густоты сосновых молодых 13-летних посадок от 0 до 400 шт./га количество земляных червей

уменьшилось от 378 до 1 шт./м^2 (Yeates G., 1988). За этот период уменьшилось pH почвы и продуктивность пастбищ, что указывает на коренные изменения в биологической активности почвы. Максимум микроорганизмов (64 тыс. шт./м^2), так же приходится при минимальной густоте посадок (50 шт./га).

При зарастании пашни травянистой и лесной растительностью отмечено увеличение содержания $C_{орг}$ в почве, численность экологических групп микроорганизмов, повышается дыхание почвы [285].

В Китае в северном альпийском районе Hengduan в почве количество почвенных микроорганизмов уменьшается в ряду: бактерии > актиномицеты > грибы. Лесная почва была богаче микроорганизмами, чем пастбищная, но пропорция различных микроорганизмов в лесной почве была ниже, чем в пастбищной [545]. На севере провинции Цзянсу активность почвенных ферментов катализа, сахарозы, уреазы и щелочной фосфатазы повышались при включении тополя в агролесохозяйственную систему и с увеличением возраста лесонасаждений [598].

В Южном Китае на красноземных почвах при ежегодном внесении $N_{70}P_{30}K_{40}$ высота покрова эулалиопсиса (Э) достигала 1,5-2 м; продуктивность была выше, чем смеси бермудской травы, овсяницы овечьей и др. Под покровом Э были намного лучше физические свойства почвы (объемная масса, порозность общая и капиллярная, скорость фильтрации и др.), химическое содержание органического вещества, общих и доступных N, P и K, ЕКО и др.) и биологические (численность микроорганизмов, активность дегидрогеназы, уреазы, протелазы, каталазы) [355].

Изучены биологические мероприятия и их мелиоративный эффект на сульфатных почвах [553]. В округе Цанчжоу Хэбэй определили влияние изменения землепользования на плодородие почвы в зоне интенсивного сельского хозяйства [396].

В тропических зонах Японии и Филиппин изучено разнообра-

зие почв и мероприятий по использованию земель [321]. Установлено, что бобовые виды *Crotalaria anagyroides, Mucuna chochinenis* и *Calogonium coeruleum* высевались на вырубках после 6-летнего плантационного выращивания *Gmelina arborea*. Биомассу бобовых определяют через 4 месяца после посева, когда она бывает максимальной, на 1 га вносили 67-78 кг N. В тропиках можно выращивать 2 ротации бобовых в год, существенно мелиорируя почву короткоротационных культур [197].

На маргинальных землях было создано пастбище из бобовых деревьев (*Leucaena leucocephala* и *Gliricidia maculata*), деревьев *Macroptilium atropurpureum* и трав (*Cenchrus ciliaris, Sctaria sphaceodata, Centrosema pubescens*). Контроль был представлен только травами. Через 3 года физические и химические свойства на контроле были заметно хуже, чем на комплексном пастбище (КП). На КП и контроле содержание песка было 71,81 и 77,86 %, общего N – 0,27и 0,20 %, общего P – 224 и 114 ppm, K – 0,89 и 5,79 ppm, верхний слой почвы 17,86 и 9,53 см, поверхностный сток – 19,88 и 34,88 мм/ч. Различия по pH были небольшие [30]. Так же изучено изменение свойств маргинальных почв после трехлетнего выпаса скота [325].

В Японии и Филиппинах почвы на островах характеризуются большим разнообразием в связи со специфичностью геологии и топографии, различиями в климатических условиях. Увеличение объема производства продукции растениеводства на островах возможно путем интенсификации земледелия на почвах сравнительно слабоэродированных с высокой обеспеченностью элементами минерального питания, в т. ч. темно-красных (лювисоли, альфисоли), вертисолях и близких к ним почвах в низинах. Красно-желтые почвы (альфисоли, акрисоли, ультисоли) с высокой степенью эродированности и низким уровнем содержания элементов минерального питания, лучше использовать для возделывания плодовых культур. Требуются огромные затраты для дове-

дения этих почв до уровня, пригодного для возделывания полевых культур [213].

На склоновых латеритных почвах Индии при совместном произрастании эвкалипта, леуцены и сезонных культур арахиса, фасоли, вигны увеличивался выход древесины эвкалипта, зеленой массы леуцены, а введение в междурядье кассавы (разновидность маниоки) повышало плодородие почв и содержание доступных форм фосфора и калия (Yhosh. S. и др., 1989).

В Индии в гумидном тропическом регионе штата Керала исследования проводили в 4-5-летних лесопастбищных системах с участием быстрорастущих многоцелевых древесных пород: *Leucaena leucocephala, Casuarina equisetifolia, Acacia auriculiformis* и *Ailanthus triphysa*. Охарактеризована изменчивость объема и качества подстилки, скорости ее разложения и высвобождения питательных веществ и дана оценка ее возможного кумулятивного влияния на физико-химические свойства почвы. Ежегодный объем опада варьировал в пределах 1,92-6,25 т/га. Наибольшее содержание NPK отмечено в листовом опаде ливкены, а наименьшее – айланта. Опад казуарины и ливкены полностью разлагается за 6-7 мес. За 5 лет роста деревьев заметно повысилось содержание органического C, N, P, и K в почве [367].

В штате Андхра-Прадеш изучали возможность лесоразведения на прибрежных песках с засоленными ГВ. Рекомендовано применять капельное орошение. Минерализация ГВ достигает максимальных и минимальных значений в мае и июне, а наибольший подъем ГВ в июне – августе. Приведены данные о приспособлении различных древесных пород к изменению окружающих условий [541].

Исследования по оценке влияния частей кроны деревьев *Acacia nilotica* в традиционной агролесной системе центрального пояса индийского субконтинента показали, что под пологом 12-летних деревьев содержание частиц песка уменьшалось на 10 и 9 %, а ча-

стиц ила увеличилось на 14 и 10 % под серединой и краем кроны дерева по сравнению с открытым пространством. Содержание $C_{орг.}$, $N_{общ.}$, $P_{мин.}$ в почве было больше под серединой и краем кроны. Опавшие листья и корни деревьев связывают тонкие частицы и предотвращают смыв почвы. Фермеры недостаточно используют резервы биологического плодородия для повышения продуктивности возделываемых культур под пологом бобовых деревьев [491].

Исследование проведено в опытном хозяйстве Гуджарат (Индия) в 1992-1997 гг. на супесчаной почве, расположенной на склонах 0,75 %. Фактор С имел низкие значения под культурой арахиса и высокие под культурами табака и голубиного гороха, однако, он существенно понижался при замене чистой культуры табака и голубиного гороха с арахисом в качестве культуры-уплотнителя [572].

В Индии дана оценка прибрежных песчаных почв и их соленых ГВ с целью облесения (Gill H. S., Abrol J. P., 1990).

В аридных зонах Индии в агролесоводственных системах с выращиванием древесных видов *Emblica officinalis, Hardwickia Binata* и *Colophospermum mopane* с *Vigna radiata* в междурядьях изучали сезонную изменчивость органического углерода и питательных веществ в пахотном слое для разработки системы удобрений (Singh Y., Gupta Y., Kuppusamy V., 2000).

В Индии проверяли гипотезу о том, что в полевых условиях аллергические растения могут изменять химические характеристики почвы. Проведено сравнительное изучение почв, засеянных *Pluchea lanceolata*, и почв на расстоянии 10, 30, 40 м для оценки качественной и количественной изменчивости содержания фенолов в почвах и рядов полевых сельскохозяйственных растений

В Индии мелиорировали солонцовые почвы путем выращивания *Eucalyptus tereticornis, Acacia nilotica, Parkinsonia aculeata,* на гребнях траншей посева змеевки черной. Отмечено понижение pH до 60 см, выноса солей из корнеобитаемго слоя [306].

Для облегчения участков с щелочной почвой (pH > 9) перуанские виды *P. affis* и *P. pallida* имели большую продуктивность и толерантность к засолениям [314].

Плодородные почвы оцениваются и по обеспеченности растений питательными элементами. Так, исследования по оценке влияния частей кроны деревьев *Acacia nilotica* в традиционной агролесной системе центрального пояса индийского субконтинента показали, что под пологом 12-летних деревьев содержание частиц ила увеличилось на 14 и 10 % (в середине и по краям кроны дерева) по сравнению с открытым пространством [636]; содержание $C_{орг}$, $N_{общ}$, $P_{общ}$, $N_{мин}$ и $P_{мин}$ в почве было также больше. Все это фермеры должны учитывать для повышения продуктивности возделываемых под пологом бобовых деревьев сельскохозяйственных культур.

В Сирии полевые опыты проводили в 2000 г. в летний сезон (мае – сентябре). Первый опыт выполнен на оп. ст. в Дер-Алхаджар на незасоленной аридисоли с pH 8,6, второй – в долине Ефрата на засоленной почве. Выращивали сесбанию (*Sesbania aculeata*) и сорго раздельно или совместно. На незасоленной почве урожай сорго и сорго + сесбания был близким и выше, чем сесбании. На засоленной почве урожай сесбании был выше, чем сорго и сорго + сесбания. Вынос N сесбанией был выше в 4 раза, чем сорго, однако, вынос N травосмесью сорго + сесбания был больше в 2,0 раза, чем чистым посевом сорго. Оказалось, что при засолении азотофиксация сесбании не только не ослабевает, а могла быть даже несколько выше, чем на незасоленной почве. Совместный посев солеустойчивых бобовых и небобовых культур может стать перспективными для улучшения засоленных почв, в т. ч. заброшенных [405].

В пустынях Египта изучали питательные вещества почвы, густоту растений и биомассу однолетних растений под кустарниковым пологом *Artemisia monosperma* и вне него. Содержание в

почве N, P и органических веществ были существенно выше под пологом кустарников, чем за пределами полога [633].

Хотя агролесоводство и является новым предметом исследований на Филиппинах, однако многие типы местных агролесохозяйственных систем существуют на протяжении многих поколений. Эти системы еще нуждаются в документировании и оценке, а также идентификации факторов, ответственных за их устойчивость. Проведены документирование и оценка улучшений переложно-паровой системы, практикуемой в районе Нелед, центр Филиппин. Идентифицированы в фермерских хозяйствах на различных стадиях использования паров и выращивание сельскохозяйственных культур, проанализирован ряд почвенных характеристик. Данные системы имеют 2 основные модификации: интродукция древесных бобовых видов с целью ускорения периодов перелога и устройства фагнинообразных структур из веток деревьев для охраны и предотвращения эрозии почвы не обнаружено существенных различий в почвенных характеристиках [359].

В Индонезии на острове Суматра пров. Джамби под влиянием выжигания растительности с целью расчистки территорий для распашки гранулометрический состав почвы стал более легким, уменьшилось содержание гиббсита и каолинита, превращение четита в магетит [390].

В Индонезии на юге острова Суматра кофейные плантации размещаются на склоновых участках в холмистой местности, где эрозия почв является серьезной проблемой. Оказалось, что создание покрова из сорных растений является эффективным путем в ослаблении почвенной эрозии. Проводили исследования по эффективности создания покрова растений из *Paspalum conjugatum* или самозарастания сорными видами. Обнаружили через 4 года увеличение в слое 0-10 и 10-20 см содержания $C_{общ}$, $N_{общ}$, подвижного P и обменного Mg в сравнении с вариантами с прополкой. Сделан вывод, что создание растительного покрова из сор-

ных растений на кофейных плантациях является эффективным приемом поддержания почвенного покрова [533].

В Малайзии в Сараваке исследования проводили в Балай-Рингине, где почвы глинистые сильнокислотные и в Сабахе, где они песчаные. Проводили выжигание древесной растительности 0 (контроль), 100, 200, 300 т/га для выращивания неполивного риса. В Балай-Ринге содержание $C_{орг}$ в почвах снижалось, что связано с быстрым разложением органического вещества почвы и потерями от эрозии. Через год после выжигания содержание $C_{орг}$ возвратилось к исходному уровню, что обусловлено восполнением за счет рисовой соломы и растительных остатков после отмирания других растений. В Сабахе содержание $C_{общ}$ в почве при культивировании риса быстро снижалось, что может быть обусловлено вымыванием при выпадении обильных осадков [388].

В Малайзии, Индонезии и Индии при переработке кокосового ореха получается много отходов кокосового волокна. Установлено, что кокосовое волокно может эффективно использоваться в закрытом грунте. Оно обладает отличной аэрацией и высокой водоудерживающей способностью, содержит много калия и мало кальция [157].

В Новой Зеландии сравнивали широколиственный лес, улучшенное пастбище и плантации сосны. Содержание почвенного С было изменчивым при всех способах землепользования и показало, что химическая стабилизация С происходила при кислых условиях в естественном лесу за счет комплексного образования с Al и сохранялось длительное время после перевода его в другие формы землепользования [219]. В центральной части Северного острова отбирали образцы почвы в естественном лесу с доминированием *Dacrydium cupressinum* и *Prumnopitys ferruginea*, на пастбище после расчистки леса в 1920 г. и в насаждениях *Pinus radiata* (на бывших пастбищах высокое содержание С в нативных местах леса с низким pH представлено в основном алифатической и углеводной фрак-

ции. Защита почвенного С после диверсификации использования земли сохраняясь не менее 80 лет [457].

В Австралии при распашке земли усиливается угроза засоления почв в результате подъема ГВ. Обозначение исследований по облесению в зонах с количеством осадков 450-800 мм в нижних участках склонов, в низинах показано, что за 10 лет могли понизить ГВ на 2 м и более, если облесения часть занимает 30 % площади при количестве осадков 700-800 мм. При количестве осадков 500 мм требуется меньшее облесение. Рассмотрены подходы к подбору деревьев и кустарников, размещения, густоты стояния растений на угодьях (пашне, луго-пастбище). Наиболее эффективны эвкалипты (Livesley S. Y. и др.) и казуарина [417].

В штате Западная Австралия более 440 тыс. га засолены и только 40 % запаса поверхностных водоисточников имеют незасоленную воду (< 500 мг/л общих растворенных солей). Засоление в значительной мере связано с сельскохозяйственным освоением территории, вследствие вытеснения многолетней растительности с глубокой корневой системой. Под эвкалиптовыми насаждениями удалось понизить уровень ГВ на 1,5 м, а соленость почв за 9 лет снизить на треть [519].

В Австралии предложен метод приготовления субстрата для растений в виде смеси измененной древесной коры, дробленным камнем, силикатным песком. Кору предварительно компостируют, добавляют N, P удобрения, микроэлементы по заявке потребителя [278].

В монографии представлено обобщение работ по почвам и их использованию в сельском хозяйстве на территории Эквадора, Алжира, Камеруна, Берега Слоновой Кости, Буркина-Фасо, Мали и Франции, что полезно для специалистов агролесоводства [464].

Отдельные древесные виды, например эвкалипт, оказывают как положительное, так и отрицательное действие на почву. Поэтому в рекомендации эвкалипта для общинного лесоводства и аг-

ролесомелиорации в Судане имеется необходимость изучения его негативного влияния на питательные свойства почв и ряд сельскохозяйственных культур (El-Amin E., Diab J, Ibrahim S., 2001).

В Эфиопии в штатах Шоа и Сидамо на вермах выращивали много лет энсету вздутую (абиссинский банан). Установлено, что под энсетой в почве содержалось больше органических веществ и питательных элементов по сравнению с почвами пахот с однолетними культурами. Это связано с числом обработок почвы (лишь 1 раз в год) [580]. В бассейне Голубого Нила, на водосборе Чемоги обнаружили, что в почвах с полей, пастбищ и эвкалиптовых плантаций было существенно больше содержание песка, чем в контрольных лесных землях, ниже содержание обменного Ca, Mg, а также ЕКО в эвкалиптовых почвах плотность сложения выше, чем в 3 других типах землепользования [222].

В полупустынных тропиках в системе земледелия химические удобрения в сочетании с органическими могут эффективно удовлетворять потребности культур в питании, при этом необходимо поддерживать оптимальный уровень органических веществ, включая бобовые, сидераты, применение компонентов, растительных остатков. Также необходимо улучшать структуру почвы, содержание в ней макро- и микроэлементов [568].

В Кении выращивание древесных культур при различных технологиях ведения сенокосного хозяйства должно способствовать стабилизации содержания органического вещества в почве, плодородию почвы, поддержанию оптимального N режима и физических свойств почвы, снижению эрозии. Дан анализ экспериментальных результатов исследования каждый из перечисленных выше функций [626]. Изучали N-режим и рост биомассы при выращивании кукурузы между рядами деревьев *Grevillea robusta* и *Senna spectabilis* на коалинитовой оксисоли. Концентрации аммония в почве в течении сезона роста были незначительны. Нитрат в системе "Гревиллея-кукуруза" снижался в верхних 60 см, а в

варианте с сенной снижался на всех глубинных и дистанциях отрядов. Содержание N в наземных частях деревьев уменьшалось на 23 кг/га у гревиллеи и на 39 кг/га у сены. Удаление образованных веток улучшает питательный режим и снижает продуктивность системы [417].

В Руанде подтверждена высокая опасность плоскостной, структурной и покатной эрозии 3-91 см/год) на возделываемых склонах крутизной 20-30 %. Предложено 4 варианта укрепления склонов: мульчирование, живые изгороди, с использованием бобовых кустарников, ступенчатое террасирование и постоянный зеленый покров в виде леса, пастбища или сады с залуженными междурядьями. Через 2 года живые изгороди продуцировали 3-9 т/га год зеленого корма и 2-4 т/га год топливной древесины. В сочетании с пожнивными остатками и зеленым опадом эта биомасса была адекватна внесению в почву N_{80-120}, P_2O_{52-12}, K_2O, CuO, MgO_{20-80} кг/га·год [474].

В Конго в Майомба банан возделывается в монокультуре и с *Terminalia superba*. Скорость биокруговорота выше при совместном присутствии с терминалией [221].

Титония разнолистная (*Tithonia diversifolia*), кустарник из семейства астровых, широко распространен на фермах во влажных и полуувлажненных тропиках Африки. Зеленую биомассу ее используют на зеленое удобрение под затопленный рис, в южной Африке – под кукурузы и овощные культуры. Сухие зеленые листья содержат 3,5 % N и 4,1 % K, а насаждения в разных по границе участках образуют биомассу из листьев и стеблей по 1 кг сухого вещества/м·год, которая быстро разлагается после заделки в почву [144].

В Зимбабве исследования проводили в полуаридной южноафриканской саванне с доминированием *Colophospermum mopane*, защищенной от выжигания и выпаса скота. Диметр крон деревьев колеблется от 2,7 до 8,3 м. Содержание в почве $C_{орг}$, микробиомассы, Na, P было вдвое выше под большими деревьями, чем

за пределами их крон. Улучшение свойств почвы благоприятно отражается на продуктивности травянистых растений под кронами особенно теневыносливых видов [253].

В Нигерии юго-западной влажной саванне внесение листьев сены (живая изгородь) + минеральных удобрений стабилизировали урожай кукурузы. При внесении листьев леукены (живая изгородь) эффективность N удобрений ниже, чем листьев сены. Деревья оказывали положительное влияние на содержание обменных катионов и повышение pH. Листья сены эффективнее влияли на почву и урожай, чем листья леукены и глирицидии [590].

В Гане в районе Ашанти изучали свойства почв вдоль внутриконтинентальной долины с различным землепользованием. Объектом исследования являлись традиционное рисоводство у подножия долины, выращивание смешанных культур, паровые участки и кокосовые плантации в нижней и верхней части склонов, а также участки и кокосовые плантации в нижней и верхней части склонов, а также девственный лес на вершине водораздела. Установили, что pH почв была от умеренного до слабокислой и самый низкий в вершине смешанных культур везде, кроме традиционного рисоводства, снижаясь с глубиной. Обменные катионы K^+, Ca^+, Mg^+ были выше в горных, чем в долинных системах [205].

В Буркина-Фасо к югу от Уагадугу на Центральном плато ветки *Parkia biglobosa* и *Vitellaria paradoxa* использовали как мульчу в разных дозах. В полевых условиях мульчирования ветками *P. biglobosa* сопровождалось снижением сухой биомассы просо на 21 % и зерна на 33 %, а ветками *V. paradoxa* биомасса проса возрастала на 43 %, и урожай зерна – на 120 %. При больших дозах веток в обеих вариантах увеличивалось содержание общего углерода в почве. В лабораторных опытах экстракты из листьев всех деревьев уменьшали всхожести семян сорго [213].

В штате Западная Австралия трансформация территорий под естественной растительностью с участием кустарников и де-

ревьев в пашне и пастбище сопровождается повышением уровня ГВ и засолением почв. Установлено, что благодаря высокой эвапотранспирации люцерна быстро (в течение 2-3 лет) способна понижать уровень ГВ, после чего можно выращивать 1-4 года подряд пшеницу [273].

В Канаде в Квебеке в течении 7 лет наблюдали за развитием деревьев 7 лиственных пород, высаженных на почвах 5 разных типов на заброшенных сельскохозяйственных землях. Лучшие показатели высоты или диаметра только живых деревьев дуба красного и дуба крупноплодного отмечали на почвах, развивающихся на не доломитной материнской породе. С повышением влажности почвы общий прирост дуба красного снижался. Лучший прирост у ясеня американского отмечался там, где содержание азота и фосфора в его листве было положительным. Для лучшего роста деревьев ореха черного и ореха серого необходимы почвы с высоким уровнем минерализации азота [255].

Улучшение экономического и агроэкономического положения загрязненных почв Апшеронского полуострова приводятся в следующем направлении: сельское хозяйство для земледелия, садов и плантаций; озеленение, создание лесных промыслов; создание водосборных бассейнов и водохранилищ; создание жилищных массивов [626].

Данные об увеличении в лесомелиорированных почвах соотношения массы органического углерода гумуса и биомассы, находящихся в равном объеме почвы корней, свидетельствует об относительном накоплении его наиболее стабильных фракций. Доказательством этого являются данныерадиоуглеродного датирования гумуса различных типов почв Русской равнины (Чичагова, 1996) и почв Великих равнин США (Panl et al., 1997) в широком диапазоне климатических условий. Они свидетельствуют о консервации новообразованного гумуса и выделении углерода из биогеохимического цикла на 6,5-10 тыс. лет.

На водораздельных пространствах в штате Мичиган (США) регрессивное почвообразование после столетнего отсутствия лесной растительности выражалось в уменьшении содержания органических веществ, деподзолизации почвы под травянистой растительностью (Barrett L., Schaecze R., 1998). Возобновление лесной растительности сопровождалось увеличением подвижности Fe и Al.

В штате Огайо (США) изучали хроноряд мелиорированных почв рудников при 2 типах землепользования, представляющих пастбище и лес с населением верхнего слоя почвы и без нанесения во времени почвенного $C_{орг}$. Контролями служили 70-летняя истощенная сельскохозяйственным использованием земля под пастбищем и 65-летний лес на мелиорируемой земле. Пастбище и лес имеет возраст 30 лет и запасы $C_{орг}$ в них оставались почти постоянными [194].

Во Флориде установлено, что повышение засоленности воды р. Локсахатчи и гидропериоды создают неблагоприятные условия для успешного произрастания кипариса болотного. Изучено взаимодействие глубины залегания ГВ и влагообеспеченности почвы по ее профилю. Предварительные данные подтвердили, что засоленность почвенной влаги резко возрастает в верхнем слое почвы (10-30 см) при самом большом подъеме уровня ГВ в конце сухого сезона. Засоленность почвенной влаги на затопляемых участках оставалась относительно стабильной. Увеличение засоленности почвенной влаги в поверхностном слое почвы происходило единовременно с уменьшением влажности почвы [466].

Описана биомелиорация природных кормовых угодий в США [73].

Определено накопление органического углерода в черноземах под полезащитными лесными полосами в России и США [182].

В США для улучшения поверхности тропических альфисо-

лей применяли контурные полезащитные посадки бобовых кустарников *Leucaena leucocephala* и *Gliricidia sepium* с расстоянием между полосами 2 и 4 м. Установлено благоприятное влияние лесной мелиорации на структуру почвы, урожайность кукурузы и вигны китайской [410].

В Гаити через 3,5 года использования растительной массы обрезков ветвей левкены без заделки (как мульча) и с заделкой в почву содержание $C_{орг}$ было выше на 20 и 16 %, $N_{орг}$ – на 34 и 18 %, заметно больше потенциальная минерализация C и N, чем при удалении обрезков. При более продолжительном периоде между обрезками наблюдалось наибольшее содержание $C_{орг}$ в слое почвы 0-20 см, а при более частой обрезке был интенсивнее круговорот C. Внесение NPK удобрений в присутствии свежих обрезков ветвей деревьев не приводило к увеличению содержания $C_{орг}$ и $N_{орг}$, но усиливало динамику N в поверхностном слое почвы [378].

В Пуэрто-Рико в опытном лесе Луквелло оценивали особенности ландшафта, топографии, сезона и пространственного расположения на содержание веществ верхнего слоя почв. Пространственные изменения свойств почвы внутри каждого типа растительных ассоциаций на 11-60 % зависели от топографического положения (гребень, долина и т. п.. Свойства почв различались существенно по типам растительности, топографическому положению, по сезонам (влажный и сухой). Объемная плотность и влажность почвы, содержание Na, P, C, N различались по типам растительности, отражая влияние биологических процессов и различий по увлажнению. В лесах топографическое положение влияло на содержание Ca, Mg, Ka, Al в почве, что связано с геохимическими процессами. Эти изменения были различными в карликовых и обычных лесах. По сезонам наиболее значительно изменялась влажность почвы. Не подтвердилось мнение об ограничивающем влияние нехватки N на лесную растительность с повышением рельефа местности содержание Na и P в почвах не бы-

ло прямо связано с уменьшением продуктивности лесов [257].

В Мексике в провинции Табаско исследования проводили с 5 системами "цедрела душистая – банан" во влажной и сухой сезоны в течении 3 лет. Опад мертвых листьев цедрелы и банана достигал 12 т/ га·год, с которого поступало много органического вещества, Р и К, что положительно отражалось на формировании урожая банана [449].

В Бразильской саванне изучено изменение содержание металлов в почве и биомассе естественных, сельскохозяйственных и лесохозяйственных экосистем. Способы землепользования не влияли на накопление металлов, но известкование повышало содержание Cu и Mg в почве. Отмечены значительные годовые потери щелочных металлов вследствие выщелачивания, выпаса скота и выноса урожаем. Во всех системах землепользования необходимо внесение в почву Ca, K, Mg [609].

В тропической зоне Америки (тропические леса и саванны), занимающей 800 млн га, преобладающими почвами являются оксисоли и ультисоли с низким уровнем плодородия. Расчистка естественной растительности для сельскохозяйственных целей приводит часто к деградации почв. Стратегия Международного центра сельского хозяйства в тропических регионах (CIAT) состоит в уменьшении антропогенной нагрузки при расчистке участков лесов и предусматривает системы ведения агропастбищных систем в саваннах, восстановление деградированных лесных массивов, переложное земледелие в рамках агролесопастбищных систем, внедрение новых адаптированных сортов бобовых и злаковых трав для пастбищ, сортов суходольного риса, кукурузы, сорго, кассавы, сои и др. Травам отводится роль восстановителей почв и защиты от эрозии [583].

В Бразилии в Амазонии сельскохозяйственные угодья (сахарная свекла) после сведения леса и под лугом. Установлено, что после сведения леса снижение содержания С происходит

быстрее, однако стабилизируется на более высоком уровне в почве под лугом, чем под сахарной свеклой. За 6 компенсируются потери С, связанные со сведением леса [249].

Около Манауса (3º08 ю. ш. 49º з. д.; 40-50 м над уровнем моря, климат влажный тропический с суммой осадков 2600 мм/год, со средней относительной влажностью воздуха 85 %). Почва феррасоль глинистая хорошо дернованная с низким уровнем плодородия. Купуасу является экономически важным древесным растением и считается пригодным для использования в качестве компонента агроландшафта. Сажают ее с растениями между рядами 6,4 м. Вносили по $N_9P_{24}K_{45}$, $N_{95}P_{79}K_{150}$ и $N_{95}P_{119}K_{150}$. Удобрения оказывали очень большое влияние на рост растений, однако наибольшее влияние на рост оказывало Р удобрение. Удобрение усиливает рост растений, но мало влияли на содержание элементов минерального питания в листьях растений [543].

В Бразилии в университете Bucosa Изучали влияние разложения кофейных растительных остатков (КРО) в трех типах почв разного гранулометрического состава на ЕКО и pH. Почвы влияли на разложение КРО следующим образом: кварцевый песок > красно-желтая латосоль > темно-красная лабосоль. Добавление КРО приводило к увеличению ЕКО во всех 3 почвах (наибольше в почвах с низким содержанием глины), увеличение pH < наибольше в почвах с низким содержанием pH) 490].

Изучены фильтрация, влагоперенос при обработке тропических альфисолей в агролесных агросистемах. Там же изучали поверхностный сток от дождей и его эрозионное воздействие на красноземы на склоновых землях [621].

В Бразилии в штате Минас Жерайс типы растительного покрова были сосновый (*P. Elliottii*) лес, эвкалиптовый (*E. Grandis*) лес, вторичный лес и травянистый (*Melines miinuliflora*) покров. Содержание органического вещества в почве под сосновым было наименьшим (5,3-3,6 %), вследствие медленной скорости разло-

жения подстилки. Наибольшее содержание обменного К было под вторичным лесом и травянистым растительным покровом. Накопление питательных веществ (P, K, Ca, Mg) было самым низким в подстилке эвкалиптового леса [501]. В вариантах с выращиванием кофе *Mundo Nove* с притенением пологом инги и гревеллием и без притенения почва имела соответственно pH 5,4 и 5,7, содержание органического вещества – 2,2, 2,1 и 2,9 %, подвижных P – 21,7, 18,8 и 24,6 мг/л, K – 96,4, 103,0 и 112,0 мг/л, Ca – 2,0, 2,1 и 3,6 см/л, сумма обменных оснований – 3,00, 3,62 и 4,91 см/л [312].

Предложены смешанные системы выращивания деревьев для устойчивого управления режимом питания в гумидных тропиках. Провели сравнительное изучение пространственно-временных особенностей поглощения внесенного 15N древесными видами на ксантической феррасоли в центральной Амазонии *Bactris gasipaes* извлекал мало N, *Theobroma grandiflorum* и *Bixa orellana* больше, а *Bertholletia excelsa* больше всех. Деревья с широким распространением корневых систем не нуждаются в внесении N-удобрений непосредственно под их кроны и эффективно снижают выщелачивание N в сниженных посадках с другими видами [270].

Сезонную динамику N изучали в почвах низинной Амазонии в слое 0-20 см в посадках 3 видов деревьев с различной фенологией, потребностью в ресурсах и химическими свойствами тонкой подстилки в природном заповедном лесу. Отмечены различной эффективности использования и скорость трансформации поверхностного N [562].

В Парагвае, департамента Альто Парана, в Колонии Игуасу приведены результаты серии опытов по влиянию агро-пастбищных систем (АПС) на плодородие почвы на пастбище с севооборотом соя-пшеница. Сделан вывод, что АПС не улучшает плодородие почвы по N и в пастбищной системе необходимо внесение удобрений. Вместе с тем, АПС положительно влияет на поддержание или

повышение содержания органических веществ в почве [606].

Добавки *Trichoderma spp* к различным компостам, практикуемые рядом фермеров Коста-Рики, положительно влияют на структуру и разнообразие микроорганизмов, улучшают питание растений и подавляют патогенов. Внесение под салат вермикомпоста с последующей обработкой *Trichoderma viride*, ингибировали развитие *Sclerotinia sclerotiorum* по салатной культуре, что повысило урожай салата. Компост, предварительно инокулированный *Trichoderma* на 100 % ингибирует инфекцию *Botrytis spp* и *Rhizoctonia solani* в питомниках и улучшает режим питания растений. Эти результаты связывают с антоганистическими эффектами *Trichoderma* в отношении патогенов, улучшением структуры почвы, активным биохимических процессов, повышенного уровня результатов роста и ингибирования болезни растений [484].

В Боливии в департаменте Кочабамба на склонах холмов обнаружены тенденции в потере органических веществ P, K и Ca и снижение pH почвы. Высокая вариабельность и ограниченные сроки формирования биологических барьеров затрудняют разработку конкретных рекомендаций [162].

В Бразилии оценивали эффективность жидкого экстракта из корней кассавы (*Manihot esculenta*) как удобрения для некорневого питания. В качестве тест-растения в опыте использовали *Hibiscus esculentus*. Экстракт манипуэйры применяли в концентрациях 1:4-1:10. Использовали с опрыскиванием по разу в неделю. Установили, что количество рядов тест-растений и общая их масса достаточно увеличивается по сравнению с контролем [267].

В Бразилии в Восточной Амазонке на протяжении столетий степное возделывание с вырубкой и выжиганием было преобладающим типом землепользования в мелких хозяйствах в районе Bragantina. Сравнивали баланс питательных элементов в системе вырубка-выжигание на системе свободного огня. Половину растительности в возрасте 3-5 лет (28,7 т/га) сухого вещества и 7-

летнию растительность перелога (46,6 т/га) сжигали, другую половину превращали в мульчу и оставляли на поверхности почвы. Далее в течении 1,5 лет возделывали последовательно кукурузу, бобы и катсавбу. Сжигание удаляло соответственно 97 и 94 % C, 98 и 96 % N, 90 и 30 % запасов P и 45-70 % катионов K, Mg и Ca надземной биомассы путем улетучивания или переносе частиц золы. Эти потери не наблюдались в варианте с мульчированием. Общий баланс питательных элементов был сильно отрицательным для вырубки/выжигания. Уменьшение потерь от выжигания с помощью мульчирования возвращает сельскохозяйственную систему к равновесному балансу. Система является жизнеспособной альтернативой для поддержания продуктивности и функционирования экосистемы [563].

В западной Гвинее исследовали влияние различного состояния поверхности почвы (П) оксик полеустальф на инфильтрационную способность (ИС): 1) без обработки; 2) обычная вспашка; 3) контурные рядовые посадки многолетних растений с расстояниями в междурядья 2 и 4 м. В ненарушенных экосистемах под естественными лесами легкие почвы обладали высокой ИС – до 150 см/час. После уничтожения леса и 2-5-летнего сельскохозяйственного использования ИС снизилось до 1-10 см/час, что связано с резким ухудшение структуры, увеличением плотности, снижением пенитрации, активности дождевых червей. ИС уменьшалось в ряду: многолетние посадки с междурядьем 4 м > вспашка > многолетние с 2-метровым междурядьем > без обсадки [532].

В Бразилии на западе Бразильской Амазонии провели сравнительное изучение 4-х систем землепользования (залежь, однолетние культуры, агролесохозяйственная система и пастбище). Почвенная макрофауна была более отзывчива, чем почвенные параметры, на тип землепользования, но соинерционный анализ выявил связь почвенных параметров с макрофауной. Сообщества беспозвоночных были относительно пониженными в лесу (884

экз./м^2) и на пастбищах (841 экз./м^2) и повышенными на залежи, в агролесохозяйственной системе и под однолетними культурами (1737-1761 и 56,2 г/м^2 в среднем), а термиты на однолетних культурах и залежах (1287 и 816), а также 2,32 и 1,38 г/м^2 соответственно. Макрофауна лесохозяйственных систем более похожа на лесную. Все варианты землепользовательной практики в состоянии поддерживать значительные сообщества макрофауны [214].

В Аргентине облесение умеренно-гумидных лугов в пампасах эвкалиптами проводят в рамках экспериментальной системы изучения изменения почвы под эвкалиптовыми плантациями 10-100-летнего возраста. При этом pH почвенной сферы понижается с 5,6 до 4,0. На 40 % уменьшается содержание обменного Ca в слое 0-20 см. отмечается подщелачивание глубже 60 см (в сравнении с лугом). Растительность быстро влияет на почвообразование. Массовое облесение лугов для запасания C может иметь важные последствия для плодородия почвы и циклов катионов [366].

Изучено воздействие единичных деревьев на свойства сформированных на лёссовых отложениях лугов почв [203]. В 3-х древостоях сосны замечательной (*P. radiata*), интродуцированной в районе Съерра-дель-Бентана на луга 50 лет назад в слое почвы 0-18 см. У ствола дерева отмечены признаки кислого пиролиза первичных силикатов, повышение обменных H и Al, образование фульвокислот.

Разработаны рамки общего прогноза засоления облесенных лугов на базе биофизических, гидрологических и эдафических факторов и протестированы на 30-пампных участках соседствующих луга и леса в 10 местностях аргентинских памп. Быстрое засоление ГВ и почв облесенных участков связано с ростом эвапотранспирации и расхода ГВ деревьями, особенно на почвах среднего гранулометрического состава. На обнесенных участках соленость ГВ повышалась в 4-19 раз илистых почв и 2-кратно на слоистосто-лесовых. Почвах и песчаных дюнах. Плантации

Eucalyptus camaldulensis уменьшала смену ГВ и увеличивала их расход на > 50 % в день, понижая уровень на 38 см в среднем против соседнего луга. Близь водного зеркала аккумулировалась 6 кг/м^2 солей. Облесение может ухудшить качество почвы и водных ресурсов [565].

В центральной Аргентине изучали использование воды плантациями *Eucalyptus grandis* и гумидными лугами. Древесные плантации имели в среднем более низкие (в среднем 5 ºС) температуру поверхности и испарениями в среднем на 80 % больше воды, чем луга. При дальнейшем вытеснении лугов плантациями может возникнуть проблемы с водным режимом и местным климатом [475].

4.2. Водообеспеченность почв и растений

Гидрология агролесоландшафта, водообеспеченность почвы и растений в агролесоводстве мало изучены. Задержание твердых атмосферных осадков в агролесоландшафтах, глубокое промачивание талых вод формируют антропогенные ГВ. Так в России в Среднем Заволжье за 60 лет уровень ГВ поднялся на 2,1 м, отчего ГВ стали доступными для лесных и сельскохозяйственных растений [70].

В Карелии для нужд лесного хозяйства осушено ~650 тыс. га заболоченных земель. Установлено, что дополнительный прирост за счет осушения и успешности процесса облесения зависит от климатических условий, степени осушения, лесорастительных свойств почвы, подроста лесонасаждений и др. В зависимости от состояния биогеоценозов на момент осушения и типа торфяной залежи бонитет насаждений через 20-25 лет возрастает на 2-4 класса. Обращается внимание на уход за осушенной сетью и расселением бобров, оказывающих негативное влияние на действие гидромелиоративных систем [206].

Гидролесомелиорация без других лесохозяйственных воз-

действий способствует увеличению лесной площади. Покрытая лесом площадь на объекте осушения через 19-24 года увеличилась на 25-56 % в связи с естественным облесением. На безлесных осушенных болотах образуются молодняки. При наличии же подроста редкостойной сосны формируются во втором десятилетии средневозрастные поколения. При осушенных разновозрастных древостоях происходит их омоложение за счет более интенсивного роста молодых поколений. Описаны изменения свойств почв после осушения [147].

Особенностью почвенного покрова Калининградской обл. является то, что 82,5 % всех сельскохозяйственных угодий осушаются. Одним из видов агромелиорации является планировка поверхности, особенно в условиях широко распространенного мелкохолмистого рельефа полей. Планировка способствует формированию вторичной (антропогенной) литологической пестроты почвенного покрова. Почвы осушенных ландшафтов являются результатом сложного взаимоналожения первичной и вторичной литологической и гидрологической неоднородности. Формируется полностью антропогенный гумусовый горизонт на срезках при последующем внесении высоких органических и минеральных удобрений [84].

В Польше в Познани прогнозируется мелиорация гидрологии агролесоландшафта [398]. Исследовали компосты в коммунальном хозяйстве и огородничестве при создании ландшафтов и уходе за деревьями [259].

В Польше на заболоченных ландшафтах состав ионов растворимых солей в ГВ под лесами зависит от почвообразующей породы и типа леса. ГВ под орошаемыми сообществами характеризовались повышенным содержанием Ca^{2+} и Cl^{-}, если вносились минеральные удобрения. При внесении жидкого навоза в почве под пашнями отмечалось повышенное содержание NO_3^{-}. Вблизи шоссейных дорог почвы обогащены Na^{+} и Cl^{-} вследствие внесения NaCl для усиления таяния снега [260].

Рассматриваются возможности применения орошения просачиванием на плантациях древесных пород, степень распространения и перспективы этого метода в лесоразведении [256].

Наиболее важными компонентами оптимизации агролесоландшафтов в бассейнах рек являются: создание и сохранение минимальной облесенности, организация противоэрозионных насаждений, введение почво- и водоохранных сельскохозяйственных систем, создание защитных лесных систем на водоразделах и в речных долинах, оформление гидротехнических структур для регулирования расхода воды и активного обмена между водоразделом и речной долиной. Противоэрозионные системы на водоразделах включают экономические, агро-, лесо-, полевосстановительные и гидротехнические мероприятия. Минимальная ширина защитных полос на мелких реках составляет при длине реки до 50 км100 м, до 100 км – 200 м, более 100 км – 300 м. На больших реках она равна ≥ 300 м, а иногда даже несколько километров [545].

В Болгарии предложено орошение насаждений тутовых деревьев в почвах фермерских хозяйств.

В Испании изучен водный цикл в лесных экосистемах. Установлено, что эвапотранспирация охлаждает поверхность и выделяет пары воды в атмосферу, а ощущаемые теплопотоки нагревают воздух у охлаждаемой поверхности. Дождь – важнейший источник воды для экосистем, теряемой в процессе стока и эвапотранспирации. Определен водный континуум "почва – растение – атмосфера". На водный баланс влияет биотические и абиотические стрессы в окружающей среде [372].

Разносторонне и углубленно изучали водообеспеченность поля и растений в Китае. На Лессовом плато в почве под рудеральной и кустарниковой растительностью было на 20 мм больше влаги, чем под древостоями. Почва лесных южных склонов была < 60 % полевой влагоемкости в большинстве месяцев в году, а на дне долин сохраняла > 60 % круглый год. Величина полевой влагоемко-

сти с 60 % наблюдалась в смешанном древостое *Robinia pseudoacacia – Pinus tabulaeformis* (96 %), *P. tabulaeformis* (88-94 %), *R. pseudoacacia* (78-95 %), под кустарниковыми зарослями (50-58 %), на рудеральных землях (23-42 %). В долинах лучше высаживать деревья, а на плато – виды, потребляющие мало воды, типа *Ostryopsis davidiana* [636]. Там же в овражных водосборах изучали баланс эватранспирации и влажности почвы при восстановлении растительности [354].

В холмистой зоне на горе Тайханг на базе апробированных моделей водного переноса при выращивании пшеницы в междурядьях яблоневых насаждений при контрольной пшеничной монокультуре имитировали пространственно-временную изменчивость транспирации, поглощения воды корнями и влажность почвы от стадии кущения пшеницы до восковой спелости. В междурядной культуре потенциальная и актуальная транспирация пшеницы снижалась на 18,0 и 16,8 % относительно контроля. Среднее отношение актуальной транспирации пшеницы к яблоням составляла 1,7, указывая на преобладающий расход воды промежуточной культурой. Содержание воды в слое 0-80 см варьировало с расстоянием от рядов деревьев по параболе при междурядном выращивании пшеницы, отражая среднее повышение влажности почвы на 2,7 % против контроля [637].

В округе Яньчи восстановление естественных лугов, эродированных и деградированных из-за действия ветра и чрезмерного выноса установлено, что рядовая посадка караганы *Caragana intermedia* способствовала увеличению не только проективного покрытия и биомассы луговой растительности, но и потребления воды. На 10-й год после посадки влажность почвы на лугу с густотой посадки караганы 1665 групп/га была достоверно больше, чем на лугу с густотой посадки 3300 групп/га [617].

На Лессовом плато в овражистом водосборе отмечено усиленное извлечение влаги из почвы (слой 1-3 м) под насаждения-

ми абрикоса, сосны и караганы и небольшое под пшеницей. В связи с этим. Планируемое облесение этого региона экологически не оправдано. Лучше провести залужение [354].

В Лессовом холмистом районе полос 7-10-летних деревьев облепихи перехватывали в среднем 8,5 % дождевых осадков, а слой лесной подстилки мог удерживать 0,89 мм дождевых осадков. Облепиха улучшает физические и химические свойства почвы [253].

На западе провинции Сычуань измеряли кумулятивную массу мхов и опада альпийских и субальпийских кустарников. Самой высокой водоудерживающей способностью отличались заросли *Rhododendrron przewalskii*. Заметно меньшими величинами отличались кустарники *Quercus aquifoliodes* и *Q. coccifera ides*. Водоудерживающая способность слоя 0-40 см почвы с уменьшением высоты над уровнем моря значительно снижалась [644].

В Китае изучено орошение промачиванием в агролесоводстве [256]. Проведены экспериментальные исследования по регулированию влажности почвы с помощью дамб с насаждениями облепихи [419]. Там же дана характеристика проявления воды и почвы в условиях создания контурных полос на полях с красными почвами на склоновых участках [426]. Приведены исследования лесоводства [433].

В Китае в овражных водосборах лессового плато изучали баланс эвапотранспирации и влажности почвы при восстановлении растительности [354].

На северо-западе Лессового плато в последние годы все большее внимание обращают на использование для полива воды, задержанной сооружениями для перехвата дождевой воды яровой пшеницей. Сравнивали эффективность трубчатого полива и микродождевания с учетом поливных норм (10, 2,5, 45,0 и 67,5 мм) в фазы кущения, выхода в трубку и цветения. Микродождевание особенно при норме 67,5 мм, значительно повышало запасы влаги в слое 0-40 см. Урожай был выше при увеличении поливных

норм, преимущественно за счет увеличения числа колосьев [428].

На опытной станции Пекинского лесного университета установлено, что почвенный профиль делится на 3 слоя: слабо используемый, используемый, используемый и регулирующий, согласно созданному варьированию влажности почвы. Год делится на 4 периода: потребление, аккумуляция, снижение и стабилизация влаги. Эффективность использования влаги на северном склоне выше, чем на южном, а на обнаженной и поросшей кустарником лучше, чем на лесной. Установлена взаимосвязь между содержанием влаги в почве и состоянием древостоев в плантационных насаждениях робинии лжеакации и сосны китайской [629].

На холмистой местности Чаоху водозадерживающая способность почвы возрастала в последовательности: широколиственный лес > бамбуковый лес > сосна Масона > необлесенная территория. Широколиственный и бамбуковый лес обладали высокой водоохраной ценностью и более перспективны при переводе сельскохозяйственных земель в лесные [350].

Во внутренней Монголии установлено, что дамбы с насаждениями облепихи играют важную роль в регулировании отложения наносов, инфильтрации и задержании атмосферных осадков [150].

В Китае рассчитан баланс эватранспирации и влажности почвы при восстановлении растительности в орошаемом водосборе Лессового плато [354]. Изучено влияние агролесных систем обработки тропических альфисолей на фильтрацию, влагоперенос [607].

В Японии в местности Качамичо практически установлено, что pH проб воды повышалось в последовательности: дождевая вода > приствольный сток (ПС) здоровых деревьев > ПС отмерших деревьев. Средневзвешенные концентрации элементов в дождевой воде за период исследований были следующими: NO_3-N и NH_4-N: дождевая вода = ПС здоровых деревьев = ПС мертвых деревьев; PO_4-P: дождевая вода < ПС ослабленных деревьев < ПС мертвых деревьев; Cl, Ca, Mg и K: дождевая вода < ПС здо-

ровых деревьев < ПС ослабленных деревьев < ПС мертвых деревьев. Концентрации Р и К в ПС здоровых деревьев повышаются по мере отмирания дерева [300].

На севере Японии в березовом лесу с подлеском карликового бамбука *Sasa kurilensis* и с удалением бамбука потенциал почвенной влаги был сходным после выпадения дождей, но в промежутках между дождями был выше на участке без бамбука. Удаление бамбука повышает влажность почвы и рост более крупных деревьев березы в первые 2 года после удаления бамбука [575].

В Индии изучен рост, продуктивность биомассы и динамика почвенной влаги в насаждениях *Acacia fortilis* в связи с условиями микрообитания и наземной растительности в жарком аридном районе Индийской пустыни [560].

В США в тате Северная Каролина (Пидмонт) и прибрежной равнине наблюдали уменьшение объема поверхностного стока и смыва в системе фильтрационных полос [496].

4.3. Питательный режим и биологическая активность почв

В России изучен круговорот и баланс азота и зольных элементов в почве и защитных лесных насаждений. В лесостепной и степной зонах круговорот азота и зольных элементов соответствует зональному азотно-кальциевому типу широколиственных лесов, по емкости и интенсивности биокруговорота защитные насаждения не уступают естественным лесам [66, 69].

Исследовали аминокислотный состав белков хвои текущий и прошлый годы в Сибири. По содержанию белка хвойные виды располагаются в ряд: лиственница ≥ пихта > кедр > ель > сосна. Участие четырех аминокислот, доминирующих в составе белков хвои всех указанных видов: аспарагиновой, глутаминовой, глицина и аланина соответствует – 45 %. На долю незаменимых аминокислот приходится 50 %, что свидетельствует о высокой

питательной ценности хвои. Содержание наиболее дефицитного в растительном сырье лизина в хвое текущего года достигает 8,4 % (кедр), в двухлетней хвое 7,1 % (кроме пихты), что превышает содержание в зелени бобовых растений. Хвоя является ценным кормовым ресурсом [162].

Современная технология садов для получения урожайности 100-200 ц/га плодов или 80-100 кг с дерева предлагает в приусадебных садах азотные, фосфорные и калийные удобрения вносить совместно на глубину 15-25 см. Азотные удобрения должны содержать не менее половины азота в форме аммония – аммиачная селитра, сульфат аммония, аммофоска или динитрофоска и др. На фоне основного внесения фосфорного и калийного удобрений не следует применять весной подкормки азотом, кроме участков с избыточным содержанием фосфора в почве. Исключение может быть для кальциевой селитры или при недостаточном питании деревьев азотом (или кальцием) [59].

В Финляндии изучено влияние удобрений древесной золой на химические свойства лесных почв [564]. Внесение древесной золы 3т/га на плантациях шотландской сосны *Pinus sylvestis*, норвежской *P. abies* после 16 лет повысило pH в подвижных почвах на 0,6-1,0 ед., содержание обменного Ca и Mg, понизило содержание обменного Al.

Оптимизация микроклимата, водного и питательного режимов в агролесоводстве повышает биологическую активность микроорганизмов. Антропогенная лесомелиорированная и естественная лесные почвы – генератор и хранитель биоразнообразия. Биоэнергетический потенциал территории агролесосистемы повышается за счет концентрации энергии в почве, надземной и корневых системах.

В исследованиях в системе залежь – лесополоса – пашня на лугово-черноземной почве установлено, что длительное сельскохозяйственное использование черноземов приводит к уменьше-

нию содержания общего азота, в комплексе почвенных грибов возрастает доля фитопатогенов, ухудшается фитосанитарное состояние почвы [159]. Однако в исследованиях допущены методические погрешности: не дифференцированы биогеоценозы лесополосы, залежи экологических зон, на межполосном поле, не учитывались изменения почвенных режимов и свойств почв.

Наряду с общепринятыми показателями плодородия лесных почв и (запасы гумуса, N и C) продуктивности древостоев относятся и микробиологические критерии: общая численность микроорганизмов N цикла, продуктивность микробной массы, коэффициент микробиологической активности ($К_{ма}$). Класс бонитета древесных насаждений тем выше, чем выше энергия микроорганизмов и их функциональная активность [155].

Лесные почвы неоднородны в массиве леса. Так, в Дании в дубово-липовом лесу почва на западной и южной опушках оподзоливалась. Оподзоливание усиливалось при переходе от супесчаной к песчаной. В противоположность этому внутри леса почва бронифицировалась с минимальными следами оподзоливания [400].

Анализ биоэнергетики основных типов почв наземных экосистем показал, что около 50 % энергии, аккумулированной растениями-автотрофами, при фитосинтезе расходуется на почвообразование и организацию минерального субстрата органическим веществом (Хильми, 1978). Аналогично энергии, количество органического вещества, ежегодно поступающего в почву почвообразованных агролесоландшафтов, составляет половину от нетто-продукции биомассы.

Изучена технология применения муниципальных отходов, листового опада [328]. Изучено питание лесных деревьев на типовых участках [329]. Изучен микробиологический фактор плодородия лесных почв и продуктивность древостоя [155].

Во Франции изучали баланс воды и нитратов на участках под лесом, под пашней (с преобладающим севооборотом кукуру-

за-озимая пшеница-ячмень) и со смешанным использованием территории. Важная роль в гидрологическом функционировании на смешанном водосборе отводится ГВ. В дренажных водах из-под леса концентрация нитратов очень низкая, значительно больше на пашне при внесении удобрений. Значительные потери нитратов с поверхностным стоком [237].

В Валенсии (Испания) оценено благоприятное влияние органического земледелия на структуру и биологическую активность почв в 13 цитрусовых садах. Оно значительно увеличивало содержание органического вещества, N, гумифицированных веществ, гуминовых кислот, углеводов, микробных слизей и биомассы [201].

В Греции установлено, что характер разбрасывания гранулированных удобрений с помощью пневматических шлангового и дискового рассеивающего тукоразбрасывателей на тракторном приводе существенно различается. Пневматический разбрасыватель дает относительно ровное распределение по всей ширине штанги, а дисковый – неравномерное, так что значительная доля удобрений попадает за пределы ожидаемой 12-метровой ширины захвата. Если агрегат работает вблизи живой изгороди, то удобрения скапливаются в прикорневой зоне растений, где может создаваться максимальная концентрация N (до 150 кг/га). При этом нитрофилы типа *Bromus sterilis* усиливают рост, вытесняя медленно растущие *Brachypodium sylvaticum* и *Anthoxanthum odoratum* [587].

Изучали методы компостирования измельченных древесных отходов после выращивания гриба *Lentinula edodes* и возможность использования компостов для выращивания шпината. Компост был приготовлен из смеси 85 % измельченной древесины с добавлением 15 % травы, а также мочевины до соотношения C:N 30:1 [393].

Определяли C, N, NO_3-N и NH_4-N в слое 0-20 см в 3-летних агролесоводственных системах с выращиванием древесных видов *Emblika officinalis, Hardwickia binata* и *Colophospermum mopane* с *Vigna radiata* в междурядьях, варьирование со временем C, N и P

было существенным, P несущественным. Увеличение органического C совпало с периодом продуцирования опада и уборки вигны. Под *E. officinalis* скорость минерализации N была ниже, чем под бобовыми видами *H. binata* и *C. mopane*.

В Китае в водосборе Донаньге на Лессовом плато анализировали характеристики почвенных питательных элементов для устойчивого землепользования. Более высокие величины содержания органического вещества, общего и доступного N измеряли в почвах лесных и луговых, меньше в почвах пара и под культурами. Упрощенные прогнозные модели почвенных питательных элементов, органического вещества могут способствовать усовершенствованию сельхозпрактики и дать полную информацию об устойчивом землепользовании. Улучшение режима органического вещества и питательных элементов можно ожидать от больших поступлений C, включая навоз и пожнивные остатки, введения промежуточных культур, создания террас, превращения пахотных земель с содержанием C меньше 0,44 % в луговые и лесные участки [601].

Изучали продуктивность и запасы C и N в почве при разных приемах использования земельных угодий (свободный выпас, выпас и древесные насаждения, пар, люцерновое пастбище, пашня, плодовые насаждения). При пахотном использовании запас в почве C и N меньше, около 60 % $C_{орг.}$ и $N_{0общ.}$ сосредоточено в слое 0-30 см, около 80 % – в слое 0-50 см. В почве пастбищ в слое 0-30 см сосредоточено 56 % $C_{орг.}$ и 61 % $N_{общ.}$. Запасы этих веществ можно существенно увеличить в почвах деградированных пастбищ и агро-пастбищных систем путем посева люцерны [648].

В Китае в полуаридном холмистом районе Лессового плато содержания валовых и доступных форм питательных веществ в почве на водосборной территории довольно легкие. При культивировании содержание веществ в слое 0-20 см было низким на вершине и по склонам и повышалось у подножия склона. По содержанию элементов питания растений образовался ряд: склон <

вершина < подножье. Травянистая растительность обеспечивает накопление элементов минерального питания в больших размерах, чем кустарниковая [318]. Изучено изменение свойств почв при различном землепользовании [433], биологические свойства красноземов при различных моделях реконструкции экосистем в холмистом районе [646].

В сухой долине реки Цзиньша изучали минерализацию азота в срезанных ветвях деревьев *Acacia dealbata*, *A. mearnsii*, *Albizia gannanenlis*, *Desmodium rensonii*, *Leucocephala* и *Tephrosia*, используемых в живых изгородях. При заделке в почву минерализация N усиливалась. Скорость минерализации негативно связана с отношением C : N в ветвях [569]. Определены содержания подвижного органического углерода в почвах при различном сельскохозяйственном использовании в горной-лесной зоне Лушань [615].

В Индонезии на острове Минданао на 20-30° склонах изучали влияние на химические свойства почвы 4 систем контурных посадок живых изгородей:1) двойных рядов деревьев бобового вида *Gliricidia sepium*, 2) ряд G. s. + ряд местного злака *Paspalum conjugatum*, 3) ряд G. s. + ряд кормового злака *Penisetum purpureum* и 4) двойных рядов *P. purpureum*. Отходы стрижки *Gliricidia* мульчировали почву, а от обрезки *Penisetum, Paspalum* не обрезался вовсе. На склонах выращивали рис и кукурузу. После 4 лет опыта содержание в почве (oxilols) обменного Mg было ниже на 40 % в варианте 4 по сравнению с вариантом открытого поля (контроль). Содержание обменного Ca и P возрастало, а Al – линейно уменьшалось по мере снижения высоты местности во всех вариантах живых изгородей, а содержание обменных K линейно снижалось в варианте 4 [196].

Изучена биологическая активность лесных почв при антропогенном пользовании [525], а также пространственная изменчивость свойств почв, связанная с изменением растительности [534].

Обоснованы микробиологические факторы плодородия лес-

ных почв и продуктивности древостоев [155]. Живая мульча – перспективная система содержания поверхности почвы на молодых плантациях сливы [171].

В Таиланде изучали продуктивность и круговорот минеральных веществ в восстановленной лесной экосистеме [386].

Мульчирующие материалы из свежесрезанной биомассы тропического бобового дерева *Callindra calorysus* также способствовали улучшению питания и накопления биомассы фасоли [389].

Показана конкуренция в рядовых посадках деревьев с временным выращиванием сельскохозяйственных культур по распределению, динамике и поглощению неорганического N почвы [417].

В Западной Кении *Tithonia diversifolia* используется в качестве зеленого удобрения [369].

Запасы N и P рассчитаны для 4 водосборных бассейнов реки Ричмонд в Австралии, используемых под фермерские хозяйства. Общее количество поступившего N в почве равно 12-57 кг/га·год, P – 0-25-6,6 кг/га·год. Вынос N и P с продукцией был доминирующим. С водными потоками выносилось 1-24 % N и 1-39 % P.

В Нигерии в опыте по выращиванию масличной пальмы с промежуточным возделыванием сои, кукурузы, таро оценивали изменения уровней питательных веществ в почве. После 3 лет опыта не выявлено существенных изменений pH почвы, а содержание органических веществ в почве снижалось до 10-51%, содержание общего N уменьшилось на 30-70 %, P – до 71 %, K – на 32-62 %. Содержание Ca и Mg не изменилось. Промежуточные культуры максимизируют землепользование, стабилизируют урожайность и прибыль, а также балансируют энергетическую и белковую диеты фермеров и их семей [285].

Изучали круговорот N в агролесоводстве в корнях кукурузы и древесины растений *Daktyladenia barteri, Senna aiamea, Gliricidia sepium* и *Leucocephala*. добавление к корням кукурузы корней деревьев ослабляло иммобилизацию N, но через 24 суток ин-

кубации корни глирицидии и леуцены усиливали минерализацию N, а диксаладении, сенны – иммобилизацию N [517].

В Танзании на Морогоро *Eucalýptus tereticornis* выращивают в Латинском квартале на пяти участках по разновидностям. После трех лет выборочно используются на биомассу для удобрения почвы [459]. Изучен рост деревьев, химический состав листвы и круговорот азота в лиственных лесах Аппалачей в Канаде [239].

В Коста-Рике изучали способность *Erythrina poeppigana, Calliondra calothyrsus* и *Gliricidia sepium* повышать урожайность фасоли обыкновенной в сравнении с монокультурой. Через 7 лет с ежегодной 2-кратной обрезкой у 3 вышеуказанных пород, высаженных по типу живых изгородей и общий пул N и P в срезаемых ветках был в 3 раза выше у *Erythrina*, чем у *Calliondra* и *Gliricidia*. Урожай бобов на 15-50 % больше против индивидуального выращивания фасоли [93].

4.4. Побочное лесоиспользование

Агролесоводство поддерживает и разнообразит производство продукции с целью получения землепользователями экономически выгодной и экологического обустройства местности [458]. Предложено повышение продуктивности пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений [502].

Разработаны практические рекомендации по рациональному использованию растительных ресурсов. Сбор и заготовку ягод и лекарственных растений рекомендуется проводить планово и централизованно с учетом эксплуатационных запасов и фитоценотических оптимумов [161].

Побочным пользованием леса включены ботанические продукты леса или недревесные лесные продукты, которых определено более 200 видов. Они сгруппировали 8 главных категорий: 1) дикие съедобные грибы; 2) продукты из цветов и листьев; 3) меди-

цинские и фармацевтические продукты; 4) дикие ягоды и плоды; 5) травянистые продукты; 6) продукты ландшафта; 7) сырье для ремесленных изделий; 8) прочие продукты, такие как мед и др.[341].

Побочное пользование лесом включает сбор дикорастущих грибов и ягод. Институтом леса РАН Беларуси разработана система мероприятий по повышению продуктивности ягодных и грибных угодий, рассчитанная для применения на специализированных площадях. К лесохозяйственным мероприятиям относятся: изрежение древесного полога и внесение минеральных удобрений, а к специальным мероприятиям: уплотнение ягодных зарослей путем подсева отжимами и омоложение их путем обрезки (посадка на пень) и выжигания; подсев грибов, создание смешанных насаждений с подлеском, подрубка сучьев (мутовок) в молодняках; двустороннее регулирование уровня ГВ; известкование кислых почв; защита грибов от насекомых-вредителей; опашка угодий для защиты от пожаров и др. [28].

В побочном пользовании лесом одно из важных мест отводится пчеловодству. Из древесных видов в лесной зоне липа – главный медонос, с 1га насаждений можно получить 500-100 кг меда. Обильный медосбор с липы бывает 1 раз в 507 лет, а иногда и через 10 лет, а средней силы 1 раз в 3 года. В такие годы от каждой семьи пчеловоды получают по 25-30 кг товарного меда, в годы с обильным выделением – по80-100 при максимальном среднесуточном привесе в сильных семьях 12-14 кг. В средней полосе липа – основной производитель пади, 1 га может дать 300-500 кг падевого меда [95].

Изучено повышение продуктивности естественных зарослей пищевых ресурсов и лекарственных растений [121], оценены ресурсы полезных растений на неосушенном болоте, в зоне интенсивного проведения гидромелиоративных работ [190].

Предложена охрана угодий дикорастущих грибов и ягод в Витебской обл. [28].

Обоснован биоресурсный потенциал лесов для обзора меда в Ростовской обл. [152].

Приведены материалы по оценкам ресурсов нектара на территории Мордовии и Марий Эл, выполненных с помощью автоматизированной программы. Важным источником медосбора являются многие виды травянистых растений (донник белый, желтый, фацелия и др.). В лесах Среднего Поволжья генетические ресурсы нектара позволяют организовать широкомасштабное пчеловодческое хозяйство [163].

Флора лекарственных растений особенно богата в широколиственных лесах. В липовых лесах заготавливают кроме цветков липы европейской, медуницу, папоротник мужской, крапиву двудомную, валериану и др. В дубовых лесах подлежат заготовке аконит высокий, чемерица Лобеля, малина, шиповник и др. В кленовых лесах встречается лапчатка прямостоячая, чистотел большой, раковые шейки и др. Для березовых лесов характерны наперстянка крупнолистная, ландыш майский, крапива и др. В осиновых лесах заготавливаются володушка золотистая, кровохлебка лекарственная и др. В ольховых лесах можно заготавливать живокость высокую, девясил высокий, дягиль лекарственный. В сосняках чаще всего встречаются брусника, черника, медуница, наперстянка, в елово-пихтовых лесах – папоротник мужской, плауны. Заготавливают кору дуба, крушины, ивы, калины, почки березы, сосны, соцветия ольхи и т. д. [83].

20-летний мониторинг урожайности ягодных растений на площадках болота показал, что урожай ягод клюквы колеблется от 4,5 до 11,5 г/м^2, голубики от 3 до 31, ягод морошки – от 0-53, ягод водяники обоеполой – от 13,8 до 73,7 г/м^2. Полное восстановление зарослей кассандры происходит через 2-3 года, вахты трехлистной и андромеды – через 3-4, багульника болотного – 4-5 лет. Ятрышник пятнистый является редким и охраняемым растением. Рекомендуется оптимальное и неистощительное использование запасов [130].

В Словении исследована роль отдельно растущих деревьев в сельских ландшафтах, их ландшафтно-экологические и эстетические функции. Установлено, что большинство таких деревьев посажено в конце XIX или начале XX вв. с целью дать тень работающим в поле людям во время отдыха, укрыть скот, орудия труда, а также украшения ландшафта, обозначения границ землевладения [503].

В Португалии в регионе южное Тежу в лесах возделываются плантации эвкалиптов, побочное лесоиспользование (пастьба скота, пчеловодство, рыболовство) [398].

В хвойных лесонасаждениях развито подсочное производство. На примере Польши представляем качество бальзамической живицы и содержание в ней скипидара [308]. В среднем в бальзамической сосновой живице содержится 22,7 % скипидара, 69,1 % канифоли, 7,3 % воды и 0,9 % загрязненных примесей. Наибольшее среднее содержание скипидара было в смоле весной (23,1 %), а наименьшее – осенью (22,0 %).

В лесных ассоциациях Сербии обнаружены более 10317 таксонов видов дикорастущих плодовых. Они представляют значительные природные ресурсы и ценный генофонд исключительно важных видов [395].

В Китае изучения практики выращивания женьшеня под налогом леса показало, что по своим характеристикам культурный женьшень отличается от дикорастущего. Выращивание женьшеня под пологом леса снижает потребность в специальных площадях и способствует охране лесов и местообитания дикорастущего женьшеня [600].

В Японии в 3 пунктах: в смешанных культурах лиственницы и сосны различной густоты и на лугу проводили наблюдения за температурой воздуха, влажностью, общей радиацией, скоростью ветра, индексом Оксфорда все 4 сезона года. Установлено, что летом и зимой экстремальные температуры в лесу смягчаются, снижается скорость ветра. Лесные участки для человека более ком-

фортны, чем луговые. Более комфортны густые участки леса [489].

В почвозащитной системе земледелия лесоаграрные ландшафты восстанавливают экологическое и биологическое равновесие. Они обеспечивает выход деловой и дровяной древесины 40-150 $м^3$/га, веточный корм, лох, грибы, ягоды, лекарственные растения, увеличивают опыление медопродуктивных деревьев, кустарников, сельскохозяйственных растений [141].

Подчеркнута важность выбора места поселения, роль деревьев, как особых источников и аккумуляторов энергии, знание энергии леса в пополнении энергетического запаса, улучшении самочувствия и настроения человека. Выявлено особо благоприятное действие деревьев с положительным зарядом (дуб, береза, сосна). Проведен ряд примеров, свидетельствующих о возможном вреде непродуманных посадок деревьев и о необходимости для человека, обладающего волей и свободой действия, приобретения знания с тем, чтобы не вредить природе и самому себе [129].

В Мексике на Юкатане для улучшения рыболовства, флоры и фауны наиболее эффективны на участке с большим притоком пресной воды *Avicnnita gerninas, Conocarpus erectus*, а на участке заиления – *Rhizopha mangle* и *Laguncularia* [631].

4.5. Рекреационный потенциал

Агролесоводственные системы окружают населенные пункты и интенсивно подвергаются рекреации. Рекреация (от лат. recreation – восстановление) – это совокупность явлений и отношений, возникающих в процессе использования свободного времени для оздоровительной, познавательной, спортивной и культурно-развлекательной деятельности людей на специализированных территориях, находящихся вне населенного пункта, являющегося местом из постоянного жительства. В агролесоводственной системе объектами рекреационного пользования выступают лесные

и лугово-степные угодья или биогеоценозы.

Механизм благотворного влияния леса на человека изучались многими исследователями [20,122]. В качестве основных факторов лесной среды, определяющих эмоционально-физиологическое состояние рекреативов, как правило, указываются следующие: лесной микроклимат (стабильность и комфортность температуры, влажности воздуха), фитонцидный, ионизационный и кислородный эффекты, отсутствие шума селитебного и промышленного происхождения.

Выделяют следующие типы лесной рекреации: массовый отдых, прогулочный отдых, пикниковый отдых, познавательный отдых, собирательный отдых с обсуждением растений, грибов, ягод.

Основными путями действия фактора рекреации на лесной биогеоценоз являются: уплотнение верхних почвенных горизонтов, механическое повреждение стволов и корней деревьев, подроста и подлеска, загрязнение поверхности почвы. Постепенную рекреационную деградацию лесов принято выражать через стадии дигрессии, соответствующие разным уровням нарушенности лесных сообществ.

Издано учебное пособие Рекреативное лесоводство [177] и Рекреационное лесопользование [165]. Описано рекреационное использование лесов [112].

Предложено лесоустройство рекреационных лесов [26]. Выявлен почвобиологический эффект подвижных и неземных дорог в местах прохода домашних животных [525].

Показаны ресурсы полезных растений на неосушенном болоте в зоне интенсивного проведения гидролесомелиоративных работ в Карелии [190].

Древесные растения на деградированных почвах заметно снижают прирост, имеют угнетенный вид, нередко погибают. Сохраняющиеся вокруг стволов отдаленные островки лесной подстилки недостаточны для охраны почв от эрозии и дефляции.

Интенсивное рекреационное использование лесов в городском пространстве Швейцарии около 700 км^2, используют 3 млн человек (41 % населения страны) [368].

Освещены экологические и социальные аспекты рекреационного лесопользования и функционального зонирования, изложены мероприятия по повышению продуктивности и устойчивости лесов и обеспечения непрерывности лесопользования, а также приемы ландшафтной архитектуры в садово-парковом строительстве [177].

В побочном пользовании леса одно из важных мест отводится рекреации. Предельной нормой рекреационного пользования на конкретном участке может быть экологическая емкость территории (предельно допустимая рекреационная нагрузка) с учетом агрессивности вида рекреации. Для определения этой нормы необходимо величину предельно допустимой рекреационной нагрузки разделить на коэффициент экологического воздействия. Выделяют четыре стадии дигрессии биогеоценозов. Актуально рекреационное зонирование территории с определением режимов пользования и допустимых видов рекреации в зонах и конкретных биогеоценозах. Алгоритм моделирования на ЭВМ базируется на ее расчете по нормативам в зависимости от класса устойчивости и фактической стадии рекреационной дигрессии [14]. Определяют разные формы рекреаций. определена пригодность лесных участков, выделенных под рекреацию, выраженную количественно в баллах показателями привлекательности местности, в число которых входят: 1) состав и форма древостоя; 2) преобладающая порода; 3) поляны и опушки; 4) воды; 5) проходимость и т. д. Дигрессия лесных экосистем, вызванная именно человеком, тесно связана с показателем – интенсивностью посещения леса; ч/(чел.·год) [100].

Рекреационные леса при лесоустройстве разделяют на три части: 1) насаждения с неорганизованным массовым отдыхом; 2)

интенсивно посещаемые леса, где не регулируют отдых; 3) необходим подеревный учет и регулярное посещение (старинные усадьбы, мемориальные парки, дендропарки [26].

Общая площадь зеленых зон Нечерноземья 6,7 млн га, в т. ч. лесопарковая – 1,8 млн га. Рекреационные леса необходимо увеличить до 10 млн га. Леса выделяют в состав зеленых зон вокруг городов и поселений. Очень важной проблемой при организации массового отдыха является планомерное и наиболее разумное использование потенциальных рекреационных ресурсов лесных ландшафтов без нарушения и ухудшения природных условий [112].

Важным документом, определяющим основное направление развития лесопаркового хозяйства, является генеральный план развития и ведения хозяйства в лесопарковом защитном поясе Москвы, разработанный Союзгипролесхозом.

5. Аккумуляция С и секвестрация CO_2 в агролесоводстве

Лес – истинный хранитель жизни на планете. Люди только сейчас начинают осознавать всю полезность леса и поэтому допустили, что его осталось 8 % земной поверхности. Пока этой полоски хватит, чтобы выработать такое количество кислорода, которое нужно всему живому. Но это тот предел, нарушенные грани которого приведут к гибели человечества. Сибирские и амазонские леса являются "легкими" планеты. Сохранить эти "легкие" – основная задача населения планеты [41]. И лишь в последние годы выделяется подлинный размер влияния биогеохимических почвенных процессов не только на гидросферу, но и газовый состав атмосферы Земли, и в первую очередь диоксида углерода, закиси азота, метана и других газов, обуславливающих нарастание глобального потепления климата. В той связи актуально сохранение лесов и создание ЗЛН, поставляющих в атмосферу значительную часть кислорода. Углерод служит реакцией экосистемами на изменяющийся мир [371].

Предоставлена проблема локализации эмиссии углекислого газа – основной причины образования парникового эффекта в атмосфере Земли. Рассмотрены возможности смягчения происходящего потепления климата путем лучшего использования лесного покрова планеты, его экологических и социальных достоинств, а также существующих технических возможностей мониторинга результатов этого процесса. двадцать пять разработанных на эту тему проектов предлагают улавливать из атмосферы 193 млрд т CO_2 по цене 218 долл./т. Сделан вывод о том, что успешная реализация данных проектов даже теоретически недостаточна для

стабилизации объемов выбросов CO_2 в атмосферу и требуется принятие также и других мер, не связанных с лесами [412].

За последние 125 лет средняя температура поверхности Земли увеличилась на 0,5 ^oC. Ожидается, что удвоение концентрации CO_2 в атмосфере Земли приведет к повышению глобальной температуры на 1,5-4,5 ^oC, а объема осадков на 10 %. Содержание 90 % углерода в растительной массе суши, оказывает прямое влияние на климат через поглощение CO_2 из атмосферы, изменение альбедо и гидрологического режима. При этом предполагается, что на более высоких широтах произойдет большее потепление, чем на низких, а зимние температуры возрастут сильнее, чем летние. В связи с таким увеличением температуры и влажной земной поверхности неизбежно произойдут колоссальные изменения в лесах. Многие чувствительные виды могут погибнуть. Бореальные леса вытесняют тундру, а их заменяют смешанные и лиственные леса.

При ожидаемом глобальном потеплении на 4 ^oC ожидается увеличение весенних запасов воды в каштановых и бурых почвах на 100-150 мм, в зоне сухих степей на 20-60 мм, в степной зоне – не изменяются (Величко А. А., Корпачевский Л. О., Морозова Т. Д., 1995).

Приказом Международного института прикладного системного анализа (IIASA) по биосферному проекту (1989 г.) предполагается, что изменение режимов осадков и температур приведут к изменению климата на больших площадях, которое может оказаться за пределами толерантности существующих древесных видов. Удвоение концентрации CO_2 до 40 % может привести к гибели бореальных т тропических лесов.

Предполагающее удвоение содержания в атмосфере CO_2 на востоке североамериканского континента в течение ближайших 200-500 лет может оказаться более значительным, чем происходившее в течение последних 7-10 тыс. лет исходным с событиями периода наиболее активного таяния ледников. Некоторые ареалы

могут переместиться на расстояние от 500 до 1000 км в течение ближайших 200-500 лет (Overpeck J., Bartlein P., Webb T., 1991).

При прогнозируемом потеплении климата на Земле тундра по своему тепловому режиму и характеру растительности превратится в современную подзону северной тайги, лесотундра – в подзону средней тайги, северная тайга – в южную, средняя тайга – в зону смешанных лесов. При этом изменится производительность и видовой состав лесов. На территории средней тайги появятся дубравы (Казимиров Н. И., 1990).

На долю мирового сельскохозяйственного производства приходится примерно пятая часть годового антропогенного увеличения парникового эффекта, в т. ч. 50 % антропогенного CH_2, 70 % N_2O и 5 % CO_2. Большая роль в усилении парникового эффекта играют земли после расчистки леса, сжигания растительной биомассы и деградации почв. Играет роль также интенсификация применения органических и N удобрений. Рассмотрена специфика влияния сельскохозяйственного производства в зонах тропического, субтропического и умеренного климата на парниковый эффект и возможности ослабления эмиссии указанных газов за счет рационализации технологий [526].

Вследствие резкого и быстрого увеличения концентрации CO_2 в атмосфере глобальный круговорот С изменяется. В связи с этим возрос интерес к сельскохозяйственным почвам, как потенциальным хранилищам избытка атмосферного С. Долгое время почвенный С рассматривался как показатель качества почвы, а в настоящее время желательно использовать почвенный С как более широкий показатель реакции экосистем в изменившихся условиях. Предусматривается использование почвенного С для изменения во времени, а не только в пространстве, разработка концепций по более чувствительным приемам изменений в содержании почвенного С, изменение потоков С за пределами границ ферм и др. Чтобы препятствовать потеплению климата,

необходимо уделить большее внимание секвестрированию С из атмосферы в почву. Это может благоприятно отражаться на продуктивности сельскохозяйственных растений, улучшении качества экосистем и экологии окружающей среды. Накопление почвенного С как меру прогресса в достижении цели [266].

Стремительное развитие техносферы загрязняет атмосферу выбросами, среди которых преобладают оксиды углерода. После индустриальной революции содержание CO_2 в атмосфере увеличилось более, чем на 40 %. Текущий уровень CO_2 ожидается преодолеть 400 ppm в 2015 г. [576]. При этом над поверхностью формируется тепловой экран, способный непредсказуемо изменить климат, экологию биосферы [50].

Лес понижает загрязненность биосферы [154]. Фитомасса лесных растений аккумулирует С и секвестрирует CO_2. За рубежом и в нашей стране дополнительный народохозяйственный эффект секвестрирования CO_2 связывают с трансформацией малопродуктивных сельскохозяйственных земель в лесные [20, 316, 373, 480]. Интенсивная система агролесоводства способна секвестрировать ежегодно 0,8-2,2 Пт углерода в бореальной, суббореальной и тропической зонах [607]. Изучена эмиссия CO_2 в загрязненных агроэкосистемах [92].

Потенциал секвестрации С различных систем землепользования к 2040 г. (по отчетам IPCC) значительно различается. Наибольший он в агролесоводстве 600, производстве трав 340, лесоводстве 200, производстве зерновых 140, на деградированных почвах 35, рисоводстве – 2 Мт Cy^{-1} [373].

После подписания Киотского протокола возросло внимание к стратегиям секвестратора С в развивающихся странах. В агролесоводстве устойчиво отмечаются запасы С от 0,29 до 15 21 Мг С/га/год над почвой и 30-300 Мг С/га в почве в слое 0-1 м (Nairetal., 2010) [373].

Введение деревьев или кустарников в фермах или пастби-

щах увеличивает количество секвестрированного С по сравнению с монокультурой зерновых культур и пастбищем [394]. В добавку к надземным запасам агролесоводственных систем прибавляется С почвы. Почвенный пул С добавляется 2500 Yt, что значительно больше, чем атмосфере (760 Yt) [411]. Приход почвенного С зависит от баланса между подстилкой и корневой системой, разложения и минерализации органических остатков, а также других факторов: климата, физических и химических свойств почвы. Документально подтверждено, что в агролесоводстве консервируется деградация сельскохозяйственных почв.

Мировые исследования [373] отчетливо демонстрируют, что агролесоводство открывает уникальные возможности увеличить углеродные запасы в земной атмосфере. Агролесоводство может играть устойчивую роль в снижении концентрации CO_2 в атмосфере, аккумуляции из гумуса в почве, увеличению биологической энергии, топлива на поверхности почвы. Агролесоводство может также защищать существующий запас С в пище и топливе. несмотря на широко распространенное отрицание агролесного потенциала секвестрации С и биопродукцию, недопонимание актуальности проблемы. Интенсивная система агролесоводства способна секвестрировать потери и удерживать до 70 т/га углерода в бореальной, суббореальной и тропической зонах [272]. Однако для ее освоения есть ряд препятствий: мелкое землепользование, длительный период освоения, недостаток знаний и опыта, некоторое снижение урожая однолетних культур и др.

Лесные насаждения в аридных зонах наиболее чувствительны по отношению к гидротермическим изменениям в связи с возможными смещениями климатических поясов. Однако, представляется маловероятным, что одни только изменения в содержании CO_2 способны существенно повлиять на устойчивость и продуктивность лесных экосистем. Изменения в содержании С в экосистеме зависит также от статуса и обеспеченности питатель-

ными веществами, особенно минеральным азотом. Избыточное количество азота, а также других поллютантов, выпадающих вместе с осадками, вызывают новые стрессы.

В умеренных аридных климатических зонах при среднегодовом количестве осадков менее 250 мм глобальное потепление на 3 ^{o}C и к 2050 г. вызовет некоторое уменьшение содержания органического вещества, слабое усиление процессов засоления, ветровой и водной эрозии (Dregne H., 1990).

Органический углерод – проблемы в агролесоводстве в связи климатическим финансированием бедных фермеров и повышением продуктивности, здоровья земли, определяющих бизнес, стабильность, пищевую безопасность, обеднение сельской общины [297].

Jose S., Bardhon S. рассчитали, что потенциал секвестрации углерода в агролесоводстве в 2040 г. (отчет IPCC, 2000) будет выше, чем в при траворазведении в 1,8 раза, лесоводстве в 3,2, производстве зерновых в 4,4, на деградированных землях в 20 раз, в рисоводстве в 40 раз [373].

Изменение климата может вызвать перемещение агроэкологических зон и другие почвенные и территориальные системы. Возрастает роль проблемы секвестрации С в органическое вещество почвы, древесины, для снижения концентрации CO_2 в атмосфере. В связи с нехваткой нефтепродуктов большим источником энергии может стать биомасса растений [528, 573].

Системы оплаты для обслуживания экосистем, понижающих облесение и лесную деградацию, полагающие утверждение бизнес от "карбон-кредита" [581].

Аккумуляция и секвестрация С в лесных экосистемах России активно изучается. По данным учета лесного фонда бывшего СССР средние значения С фитомассы составляли 59,7 т/га, мортмассы 15,5 т/га [381]. Суммарный баланс С в лесных экосистемах России положительный и достигает 500Мт/год [43]. Ежегодное накопление С только в российских лесах полностью компенсирует его суммар-

ную промышленную эмиссию. Общие запасы С в почвах лесного фонда России в слое 0-100 см равны $240{,}6 \cdot 10^9$ т [184].

За 1990-2004 гг. поглощение углерода управляемыми лесами России равнялось $95{,}7 \cdot 10^6$ т С/год, в т. ч. средняя величина поглощения углерода пулом мертвой древесины составила $7{,}8 \cdot 10^6$, подстилки – $2{,}2 \cdot 10^6$, почвы – $9{,}6 \cdot 10^6$ т С/год.

Изучено накопление С черноземах (мелисолях) под защитными лесными насаждениями в России и США [182].

Дана оценка запасов депонированного углерода в сосняках и ельниках Европейского региона России, дано обоснование их стокоуглеродной спелости на примере древостоев подзоны южной тайги. Динамика изменения запасов углерода с возрастом в сосняках и ельниках прослежена на примере Ленинградской и Вологодской обл. [89].

Изучено влияние агролесомелиорации на секвестрирование CO_2 в почвах и растениях различных природных зон России в XX в. (табл. 2). В растениях учитывали фитомассу защитных лесных насаждений и фитомассу прибавок урожая сельхозкультур.

Таблица 2

Суммарная эколого-энерго -экономическая оценка секвестрирования CO_2 по природным зонам России XX в.

Природная зона	Аккумулировано С, млн т	Секвестрировано CO_2, млн т	Накоплено энергии, ЭДж	Экономический эффект, трлн руб.
Южнотаежно-лесная	143,77	524,94	25,72	10,814
Лесостепная	955,30	3756,70	184,08	77,388
Степная	2039,40	605,42	366,15	153,931
Сухостепная	165,24	605,42	29,67	12,472
Полупустынная	15,35	56,19	2,75	1,151
Пустынная	3,60	13,19	0,65	0,271
Итого по РФ	3320,70	12428,81	608,96	256,027

Потенциал секвестрации С в агролесоводстве определен в Нидерландах [404].

Изменение природной среды в Китае автономном округе Сишуанбаньна в провинции Юньнань путем биодеверсификации и производства каучука в природных зонах и экосистемах на период до 2050 г. [652].

В Китае из общей площади страны 900 млн га на субтропическую и тропическую зоны приходится 23 %, из которых 40 % лесов, 20 % сельхозугодий и 20 % неудобий. В связи с глобальным повышением концентрации CO_2 в атмосфере оценивали возможности сельскохозяйственного производства и ослабления этой тенденции. По предварительным за счет улучшения агротехники и мелиорации неиспользуемых земель имеет возможность дополнительно удерживать 1,9 Тг CO_2 – С/год посредством включения в сельскохозяйственную продукцию и поглощения почвой. Леса способны удерживать около 7 Тг. Еще большие возможности связывания CO_2 может обеспечивать облесение не используемых земель [424].

Системы агролесоводства в Западной Африке – комплекс обобщенных благ для компонентов экосистемы, каждый из которых реагирует на климат, вызывающий будущую обстановку на планете [443].

В Камеруне представлены исследования в кокосовых фермах облесенных и необлесенных для оценки повышения связывания С [448].

Фиксация С в биомассе в системе агролесопользования Непала, Уганды и Танзании составила 0,43 и 2,0 т С/га·год [210].

В США представлена методология величины почвенного запаса С, использованные в модели FORCARB, которая определяет и прогнозирует бюджет лесного С для США. Величины рассчитаны с помощью базы данных USDA Национальной Службы охраны ресурсов STATSYO, а величины площадей взяты из данных USDA Лесной службы [327].

Обсуждаются запасы С и его секвестрация городскими дре-

востоями [480, 482]. Изучены запасы C и N в агролесоводстве, древесных насаждений и пастбищах Западного Орегона [546]. Рассмотрено будущее агролесоводства в США [374].

Оценена вариабельность пула $C_{орг.}$ в слое почвы 0-1 м между городами и внутри городских территорий Атланты, Балтимора, Бостона, Чикаго, Окленда и Сиракуз. Наибольшее количество $C_{орг.}$ содержали почвы парков. Указали возможность секвестрации C на селитебной территории [506].

Особые перспективы секвестрации C в сельском хозяйстве США [357]. Изучена биоэнергия урожаев в агролесоводстве в Северном и Центральном регионах США [345].

В условия увеличения мирового спроса на продовольствие, роста темпов урбанизации, деградации земель из-за эрозии почв и опустынивания, нехватки ресурсов сельскохозяйственных земель, глобального изменения климата, проблем с количеством воды и воздуха ставят проблемы усиления исследований по почвоведению, лесоведением и другими сопутствующими науками. С 1971 г. начали создаваться международные центры со специализациями (зерновые колосовые, рис, животноводство), агроэкосистемами (неполивные, агролесоводство, биоразнообразие) и др. с глобальными мандатами или регионального назначения. Проблематика почвоведения занимает важное место в исследованиях этих центров [566]. Изучен углерод почвы, как реакция экосистемы на изменяющийся мир [371]. Отмечено уменьшение концентрации CO_2 за счет внедрения агролесоводства [406].

Определены НЕТТО – изменения запаса почвенного C для сельскохозяйственных почв США за период с 1982 по 1997 гг. с помощью метода IPCC (Межправительственная группа экспертов по изменению климата) для учета парниковых газов. Результаты авторов показывают. что в целом изменения в землепользовании привели к чистой прибавке в 21,2 млрд т C/год в сельскохозяйственных почвах США за этот период, из них 15,1 млрд т C/год в

возделываемых землях 6,1 млрд т С/год в почвах поедаемых пастбищ [288].

В США 336 млн га выпасов, из которых пастбища (луга, кустарниковые территории, пустыня, тундра) составляют 48 %. Содержание С в этих почвах изменяется под влиянием стравливания скотом, пожаров и внесения удобрений. Также почвенная эрозия влияет на запасы С почв, как путем снижения продуктивности почв и их потерь, и потенциального увеличения образования отложений, так и путем перераспределения С на территориях, где скорости минерализации органического вещества почвы различны. Надлежащее управление выпасом позволит увеличить запас почвенного С на пастбищах США с 0,1 до 0,3 т С га/год, а новые луга запасают 0,6 т С га/год. Определяют, что стравливаемые животными земли содержат 10-30 % мирового запаса почвенного $C_{орг.}$ [548]. В США установлено, что леса содержат 700 млн т С (стоимость 14300 млн долл.) с общей скоростью секвестрации 22,8 млн т/год [482].

В США приведены результаты моделирования влияния облесения и вырубки лесов на круговорот С в лесной подстилке и почвах за период с 1900 по 2050 гг. в 13 штатах юга США. В модель включены исторические данные по трансформации земельных угодий между лесами, лесопастбищными угодьями, пахотными землями и городскими землями, уравнения, описывающие изменения С по многим десятилетиям по каждому землепользованию. Облесение играет важную роль в постепенном накоплении запасов С в течение многих лет, в то время как вырубка леса сопровождается быстрыми потерями запасов С [612].

Большую роль в усилении парникового эффекта играют земли после расчистки. Суммарная эмиссия $C\text{-}CO_2$ составляет > 100 Мт/год и достигает 500 Мт/год, полностью компенсирует его суммарную промышленную эмиссию. Существенного увеличения секвестра $C\text{-}CO_2$ из атмосферы (до 45 Мт/год) можно достичь

только комплексом лесохозяйственных мероприятий, направленных на борьбу с лесными пожарами, вредителями и болезнями леса, на утилизацию сухостоя и древесных отходов [174].

Агролесоводство является важным приемом дополнительной фиксации С в тропиках, где имеются большие концентрации, пригодные для этих целей. Количество С, непосредственно фиксируется деревьями в пределах различных агролесохозяйственных систем, обычно варьирует в пределах 3-25 г/га, но в отдельных случаях достигает 60 т/га. Дополнительные эффекты снижения концентрации CO_2 могут более чем 20-кратно превышать указанные количества. Это достигается за счет защиты существующих лесов, сохранения почвенного плодородия, снижения уровня потребления ископаемых энергоносителей путем использования древесины взамен более богатого энергией сырья и за счет внедрения агролесоводства. Так, использование на плантациях кофе и какао притеняющих деревьев различных пород густотой от 278 до 650 шт./га может к20-30-летнему возрасту обеспечить дополнительное фиксирование от 14,2 до 51,6 т С/га [406].

Деградированные, низкокачественные угодья и маргинальные земли занимают значительную часть бореального, умеренного и тропического региона. Создание и освоение интенсивного сельскохозяйственного производства, агролесоводства и альтернативных систем использования земель дает возможность секвестрировать ежегодно 0,82-2,20 почвенного С, кроме того замедление деградации земель альтернативным образом луговым использованием и созданием препятствий для опустынивания может консервировать до 0,5-1,5 почвенного С ежегодно. Анализ биологических и экономических данных по 94 государствам с различными почвенно-климатическими условиями указывает на целесообразность освоения указанных земель. Так, низкоинтенсивная система агролесоводства способны удержать до 70 т/га С в бореальной, умеренной и тропической зонах. Приведены при-

мерные расчеты экономической эффективности основных этих систем [513].

В Бразилии на латосолях легкого гранулометрического состава для борьбы с сорной растительностью в междурядьях испытывали гербициды, укрытие поверхности почвы багассой сахарного тростника, чередование зеленого удобрения бархатными бобами и овсом, ручную прополку, механическую обработку междурядий и выращивание голубиного гороха. Более высокое содержание почвенной влаги было при мульчировании багассой. Сопротивление росту корней было меньше в вариантах с более высоким содержанием почвенной влаги. Не отмечено значительного различия между вариантами по объемной массе почвы, порозности почвы, сумме обменных оснований [586].

Агролесная экосистема является одним из компонентов земных экосистем, обладает потенциалом для влияния на изменение глобального климата. Обсуждается 3 категории перспектив агролесохозяйственной деятельности, которые стимулируют сочетание успешного управления агролесоводства и решение проблемы С: консервация С, секвестрация С, перемещение С. Предлагаются меры для повышения эффективности агролесоводства.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ И НАУКЕ АГРОЛЕСОВОДСТВУ

1. Агролесомелиорация по происхождению и образованию служит образцом для агролесоводства.

2. Министерство лесного хозяйства России является землепользовтаелем государственного лесного фонда.

3. Непокрытая лесом территория фонда может быть использована в агролесоводстве для создания агролесхозов.

4. Субподрядчики лесхозы (садово-огородные кооперативы, МУПы, фермеры, переселенцы и др.) на договорной основе занимаются сельскохозяйственным и лесохозяйственным производством, жилищным строительством, защитой почв от эрозии, охраной от пожаров, трансформацией угодий, реализацией сельскохозяйственной и лесохозяйственной продукцией, производят оплату аренды землепользователю.

5. Российская академия наук совместно с Министерством лесного хозяйства и Министерством сельского хозяйства учреждают Совет по организации научных исследований агролесоводства.

6. Исполнители исследований в агролесоводстве являются ФНЦ агроэкологии РАН, ВНИИЛМ, Институт лесоведения РАН, РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, Почвенный институт им. В. В. Докучаева, ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, зональные и региональные государственные институты сельского и лесного хозяйства.

7. В научных учреждениях формируются секции агролесоводства, а в природных лесных зонах создаются опытные научно-производственные пункты агролесоводства.

8. Научные специалисты в агролесоводстве: агролесомелиораторы, лесоводы, земледелы, растениеводы, почвоведы, агрохимики, гидротехники, ветеренары, экологи и др.

9. Основные вопросы исследований в агролесоводстве: агротехнические и лесоводственные технологии, плодородие и защита почв от эрозии, климатология, животноводство, экология, экономика, побочное пользование, рекриация и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Агролесоводство – молодая наука и система землепользования развивается в умеренном, субтропическом и тропическом климатических поясах земного шара и особенно активно в Китае. Великое будущее агролесоводства на лесных почвах России. В Гослесфонде РФ в 64 субъектах непокрытая лесом площадь занимает 71 млн га и в сельских лесах – 24,4 млн га. Эта территория представлена рединами, крутосклонами, низинами, гарями и молодыми саженцами лесных культур. Обсуждаются примеры агролесоводства, представляются мероприятия по организации научных исследований с учетом природных условий, повышения плодородия почв, лесной и сельскохозяйственной продуктивности лесных почв России. Методология и методика исследований агролесоводства основаны на богатом, многолетнем опыте агролесомелиорации.

Учрежден и активно работает международный совет по проведению исследований в агролесоводстве (JCRAF). Издается международный журнал Agroforestry Systems.

В настоящей работе обобщен литературный материал исследований в 1965-2018 гг.

Мы полагаем, что опубликованная книга в открытой печати будет полезным для специалистов в области сельского и лесного хозяйства почвоведения, экологии, ученых, студентов. Замечания, предложения читателей будут учтены в последующей работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агролесомелиоративная наука в XX веке / А. Н. Каштанов [и др.]. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2001. – 366 с.

2. Агролесомелиорация. Изд-во 5-е перераб. и доп. / Под ред. А. Л. Иванова, К. Н. Кулика. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. – 146 с.

3. Анциферова О. А. Изучение современного почвенного покрова осушаемых агроландшафтов // Почвоведение, история, социология, методология: сб. науч. тр. – М., 2005. – С. 400-406.

4. Бабаян Л. А., Ваганян Г. А. Комплексное применение фитомелиоративных приемов при контурно-полосном земледелии на горной каштановой почве // Эрозиоведение: теория, эксперимент, практика: тез. докл. к Всесоюз. науч. конф. – М.: МГУ, 1991. – С. 8.

5. Балясный В. И. Особенности песчаных земель Северного Прикаспия как объект фитомелиорации. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1989. – № 1. – С. 9-15.

6. Баранов А. В. Об оценке эрозионной опасности земель (на примере бассейна р. Камы) // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала.– Пермь: Пермский гос. ун-т, 1996. – С. 61-68.

7. Бекузарова С. А., Кораев З. Б. Восстановление структуры почвы козлятником восточным и вязелем пестрым // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: тез. докл. Всерос. конф. – М., 2002. – С. 130.

8. Березовский В. А. Применение древесных отходов в качестве удобрительной органики // Почвенные ресурсы Карелии, их рациональное использование и охрана. – Петрозаводск: КНЦ РАН, 1992. – С. 170-178.

9. Биогеоценотические основы освоения полупустыни Северного Прикаспия / Под ред. А. А. Роде. – М.: Наука, 1974. –360 с.

10. Бобровский М. В. Сравнительный анализ влияния традиционных систем земледелия (подсеча, перелог, трехполье) на почвенный покров Центральной России // Экология и почвы: избр. лекции 10 Всерос. школы. – Пущино, 2001. – Т. 4. – С. 136-145.

11. Бондарчук А. С. Эффективность использования земель под защитными лесами (на материалах Северо-Кавказского федерального округа): автореф. дис. … к. э. н. – М., 2011. – 22 с.

12. Бочарников А. А. Взаимодействие технологии подготовки почвы

и посадки леса на вырубках в лесостепной зоне. – Воронеж: Воронежская лесотехническая академия, 2006. – 8 с.

13. Брик О. Г. Экономико-географические аспекты сельскохозяйственного использования земель Северо-Западного Кавказа. – Курск, 1996. – 121 с.

14. Бугаев В. А., Сериков М. Т. Оценка экологической емкости при определении рекреационного потенциала лесов // Лесная таксация и лесоустройство: межвуз. сб. науч. тр. КГТА. – Красноярск, 1997. – С.154-160.

15. Бузоверов А. В., Попова В. П., Плахотин В. А. Воспроизводство почвенного плодородия в садах // Аграрарная наука. – 2004. – № 5. – С. 12-14.

16. Вдовенко А. В. Специфика формирования лесопастбищных угодий, закустаренных лохом в районе Среднего Дона // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – Волгоград, 2015. – № 2. – С. 85-90.

17. Вернадский В. И. Биосфера. – М.: Мысль, 1967. – 376 с.

18. Власенко М. В., Вдовенко А. В., Лепеско В. В. Роль насаждений леса в изменении микроклимата и повышении экологической комфортности пастбищ Волго-Ахтубинской поймы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее проф. образование. – Волгоград. – 2015. – № 2 (38). – С. 90-95

19. Волошенкова Т. В. Динамика противодефляционной устойчивости поверхностности каштановых почв Центрального Предкавказья // Сб. науч. тр. ВНИИ агролесомелиорации. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1998. – № 1. – С. 220-233.

20. Волощук М. Д. Экономические аспекты защиты почв от эрозии / М. Д. Волощук // Эрозиоведение: теория, эксперим., практика: тез. докл. всесоюз. науч. конф. – М.: МГУ,1991. – С. 34-35.

21. Высоцкий Г. Н. Изб. соч. т. I, II. – М.: Изд-во АН СССР,1962. – 499 с., 484 с.

22. Гаель А. Г., Смирнова Л. Ю. Дефляция на фитомелиоративных пастбищных землях в аридных зонах СССР // Предотвращение дефляции на мелиоративных почвах Сибири. – Абакан, 1989. – С. 38-40.

23. Гареев А. М., Смирнова Л. Ю. Проблемы оздоровления экологической ситуации в окрестностях озера // Геоэкология в Урало-Каспийском регионе: тез. докл. Международ. науч.-практ. конф. – Уфа, 1996. – С. 217-221.

24. Гелес И. С., Федоров Н. Г., Клеманский Ю. М. Удобрения из отходов деревоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности // Химия в сельском хозяйстве. – 1997. – № 6. – С. 20-21.

25. Гиряев Д. М. Лесное хозяйство на осушенных землях Мещеры // Лесное хозяйство. – 1976. – № 11. – С. 51-53.

26. Головихин И. В., Бражник В. С. Лесоустройство рекреационных лесов // Лесное хозяйство. – 1976. – № 11. – С. 79-82.

27. Грачева Р. Г. Агродеградация горных почв как результат трансформации землепользования // Современные естественные и антропогенные процессы в почвах и геосистемах. Научные труды. – М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева РАСХН, 2006. – С. 281-304.

28. Гримашевич В. В. Охрана угодий дикорастущих грибов и ягод в Витебской области // Тез. докл. Международ. науч.-практ. конф. – Витебск, 1997. – С. 64-65.

29. Госсэн Эрвин. Агроландшафтное ведение сельского и лесного хозяйства – Основа охраны почв // Международ. с.-х. журнал. – 1995. – № 6. – С. 29-31.

30. Данилова А. А. Восстановление некоторых составляющих круговорота органического вещества в почве при зарастании // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2006. – № 7. – С. 17-20.

31. Дзыбов Д. С. Повышение биологического разнообразия агроландшафтов в степной и лесостепной зонах методом агростепей // Земледелие. – 2012. – № 3. – С. 11-13.

32. Дзыбов Д. С., Сурхаев Г. А. Опыт агролесомелиорации пустыни // Земледелие. – 2000. – № 3. – С. 17.

33. Димитров П., Лазаров А., Средства механизации в борьбе с почвенной эрозией в многолетних насаждениях Болгарии / П. Дмитров [и др.] // Почвознание, агрохимия и Экология. – 2002. – № 13. – С. 100-108.

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

35. Дубов Ю. Г. Теоретические основы специализации севооборотов на севере Нечерноземья // Земледелие. – 1986. – № 11. – С. 19-22.

36. Дудкин, В. М. Эффективность факторов биологизации земледелия в лесостепи Центрального Черноземья / В. М. Дудкин, А. С. Акименко, И. В. Дудкин, К. Е. Брожнов // Доклады РАСХ. – 1998. – № 1. – С. 25-27.

37. Егоренков С. Л., Любимов Б. В. Опыт полезащитного лесоразведения в колхозах Северного Казахстана. – Алмата: Казгосиздат, 1957. – 72 с.

38. Ефремов П. В. Геокриологический мониторинг и оценка пахотных земель Центральной Якутии // Мониторинг криосферы: материалы Международ. конф. – Пущино, 1999. – С. 20-23.

39. Жилкин Б. Д. Повышение продуктивности сосновых насаждений культурой люпина / Б. Д. Жилкин. – Минск: Высшкая школа, 1974. – 256 с.

40. Жуйков Г. Е. Лес в степи Украины / Г. Е. Жуйков, Н. М. Куница // Лесное хозяйство, 1998. – № 4. – С. 36–38.

41. Законов В. А. Лес как символ жизни на планете // Сб. науч. тр. Всерос. НИИ нефтегаза, 1999. – № 7. – С. 25-27.

42. Залесов С. В., Магасумова А. Г. Новоселова Н. Н. Лесоводственные мероприятия на землях, исключенных из сельскохозяйственного использования // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 6. – С. 35-36.

43. Замолодчиков Д. Г., Коровин Г. Н., Гитарский М. Л. Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации // Лесоведение. – 2007. – № 6. – С. 23-34.

44. Замыслов И. Н. Новые подходы к использованию земель в сельском хозяйстве Нечерноземья РФ // Достижения науки и техники АПК. – 2000. – № 9. – С. 35-36.

45. Захаров В. В., Кретинин В. М. Агромелиоративное земледелие ВНИАЛМИ. – Волгоград, 2005. – 218 с.

46. Зотов А. А., Чирков Е. П., Ларетин Н. А. Природные кормовые угодья: методика определения экономической эффективности // Кормопроизводство. – 2011. – № 4. – С. 3-6.

47. Ивонин В. М. Лесомелиорация агроландшафтов. – Новочеркасск: НГМА, 2010. – 170 с.

48. Измоденов А. Г. Лесосады – начало землепользования // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока. – Владивосток, 2001. – С. 328-329.

49. Измоденов А. Г. Лесное сельское хозяйство (актуальность, состав) // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: материалы IV Международ. науч. конф.– Ульяновск, 2002. – Т. 2. – С. 185-187.

50. Израэль Ю. А. Экология среды. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 560 с.

51. Имыкшенова Э. Б. Управление сельскохозяйственным землепользованием в национальных парках // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2007. – № 9. – С. 121-126.

52. Ишутин Я. Н. Почвомелиоративная роль защитных лесонасаждений на юге Западной Сибири: автореф. дис. …. д. с.-х. н. – Барнаул, 2006. – 23 с.

53. Патент СССР № 4641521/15, 26. 01. 1989. Способ улучшения кустарниковых пастбищ / Патент СССР № 1711696. 1989. Бюл. № 6 / Каверин В. С., Сычев А. А.

54. Казаков Л. А., Вишняков Г. В. Облесение песков в Заполярье // Лесное хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 31-32.

55. Казьмин Г. Г., Соколова Г. В. Использование результатов лесопродуктивных исследований климата при освоении таежных земель под сельскохозяйственные культуры // Вестник Рос. Акад. с.-х. – 2002. – № 2. – С. 7-9.

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

57. Козин В. К. Проблемы освоения и рационального использования земельных ресурсов в горном земледелии субтропиков России// Сб. науч. тр. ВНИИ цветоводства и субтропических культур, 1994. – № 38. – С. 271-279.

58. Козин В. К. Организация защиты садов и виноградников на эродированных землях // Садоводство и виноградарство – 2007. – № 5. – С. 8-9.

59. Кондаков, А. К. Современная технология садов // Аграрная наука. – 1997. – № 5. – С. 38-39.

60. Концепция адаптивного лесоаграрного природопользования в аридной зоне (на примере Российского Прикаспия). – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1996. – 32 с.

61. Корепанов Л. А. Влияние осушения избыточно увлажненных лесных земель Волжско-Камского междуречья на производительность еловых древостоев // Лесное хозяйство. – 2007. – № 4. – С. 25-26.

62. Коршиков Н. А. Влияние Бузулукского бора на биогеоценозы прилегающих территорий: автореф. дис. …. к. б. н. – Оренбург, 2007. – 16 с.

63. Косицын В. Н., Баранов А. Ф. Оценка лесных сенокосов Сибири // Региональные и муниципальные проблемы природопользования: материалы 9 науч.-практ. конф. – Киров, 2006. – С. 182-183.

64. Косников Б. И. Лесные мелиорации как метод решения экологического кризиса Чанской депрессии // Лесное хозяйство. – 1998. – № 1. – С. 32-33.

65. Котлярова О. Г. Повышение плодородия эродированных почв в ландшафтных системах земледелия // Докл. акад. с.-х. наук. – 1998. – № 1. – С. 17-19.

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

67. Кретинин В. М. Влияние агролесомелиорации на аккумуляцию гумуса и биофильных элементов в почвах различных природных зонах России // Почвоведение. – 2004. – № 6. – С. 745-751.

68. Кретинин В. М. Агролесомелиорация почв. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2009. – 298 с.

69. Кретинин В. М. Перенос, круговорот и баланс вещества в агроландшафте по природным зонам РФ. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2013. – 250 с.

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

71. Кретинин В. М. Влияние агролесомелиорации на секвестрирование CO2 в России XX веке // Известия Нижегородского университетского комплекса; наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 2. – С. 29-35.

72. Критерии и оценка рекреационного потенциала лесов Южного Урала / А. Ф. Хайретдинов [и др.] // Лесное хозяйство. – 2010. – № 5. – С. 29.

73. Крылова Н. П. Биомелиорация природных кормовых угодий в США // Международ. науч. конф. – М., 2005. – С. 119–123.

74. Кудаев Р. Х. Противоэрозионное содержание почвы в садах // Доклад ТСХА – 1998. – № 209. – С. 156-159.

75. Кузин А. Н. Фитомелиорация и организация травянисто-кустарниковых пастбищ в современных очагах опустынивания Северо-Западного Прикаспия: автореф. дис. …. д. с.-х. н. – Саратов, 2001. – 48 с.

76. Кундиус В. В. Роль агролесомелиорации в повышении экологической устойчивости и экономической эффективности агроландшафтов // Природообустройство. – 2010. – № 4. – С. 92-95.

77. Кулик К. Н. Проблемы агролесомелиорации // Вестник Российской с.-х. акад. – 2001. – № 1. – С. 38-40.

78. Кулик К. Н. О проекте концепции Федерального научного центра "Инновационного технологического обеспечения комплексных мелиораций, защитного лесоразведения и борьбы с деградацией и опустыниванием земель Российской Федерации" // Агролесомелиорация в 21 веке: состояние, проблемы, перспективы: материалы Международ. науч.-практ. конф. молод. ученых и специалистов. – Волгоград, 2015. – С. 5-13.

79. Кулик К. Н., Петров В. И. Древние очаги дефляции на Черных Землях и возможности их фитомелиорации // Аридные экосистемы. – 1999. – Т. 5. – № 10. – С. 57-64.

80. Кулик К. Н., Петров В. И., Кретинин В. М. Роль леса и защитных лесных насаждений в балансе углерода на малолесных и безлесных территориях аридного пояса России // Теория и практика агролесомелиорации: материалы Международ. науч.-техн. конф. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2005. – С. 9-16.

81. Кулик К. Н., Рулев А. С., Манаенкова Н. С. Ландшафтная агролесомелиорация деградированных земель // Защитное лесоразведение: история, достижения, перспективы: сб. науч. тр. ВНИ агролесомелиорации. – Волгоград, 1998. – № 1. – С. 69-80.

82. Куст Г. С. Основные тенденции в динамике засоления почв дельты Амударьи и Сырдарьи в условиях современного опустынивания // Почвоведение. – 1997. – № 7. – С. 870-883.

83. Кучеров Е. В., Галеева А. Х., Мулдашев А. А. Изучение, использование и охрана лекарственных растений на лесных угодьях Башкортостана // Леса Башкортостана: современное состояние и перспективы. – Уфа, 1997. – С. 75-76.

84. Леса СССР / Под ред. Жукова А. Б. – М.: Наука, 1970. – Т. 1-5. – 461 + 472 + 464 + 768 + 384 с.

85. Лесопастбищные экосистемы в биосфере и сельском хозяйстве России / В. М. Косолапов [и др.] // Кормопроизводство. – 2011. – № 3 – С. 5-8.

86. Лим В. Д. Механизм нарушенного почвенного покрова сухих степей Монголии под воздействием антропогенных факторов // Физика почв и проблемы экологии: конф. стран содружества. – Пущино, 1992. – С. 60-61.

87. Лищук А. И., Сторчоус В. Н. Капельное орошение персиков в Крыму // Вестник аграрной науки. – 1997. – № 8. – С. 61-65.

88. Лобанов А. И. Опыт лесомелиорации пахотных земель юга Средней Сибири при антропогенном воздействии // Ботанические исследования в Сибири. – 2004. – № 12. – 186-187.

89. Лобков В. Ф., Каплина Н. Ф. Углерододепонирующая функция и спелости сосняков и ельников европейского региона России // Лесное хозяйство. – 1995. – № 1. –

90. Лобов А. А. Восстановление песков на залежах // Леса Башкортостана: современное состояние и перспективы. – Уфа, 1997. – С. 153.

91. Ломиковский Л. Я. Древовидное освоение засушливой зоны в селе Трудолюбе. – СПб, 1838.

92. Лубнина Е. В., Помазкина Л. В., Семенова Ю. В. Эмиссия CO_2 в агроэкосистемах на техногенно-загрязненных фторидами почвах // Почвоведение. – 2006. – № 3. – С. 363-372.

93. Лысенко Е. Ю., Бобков М. В. Биологический метод улучшения структуры деградированных городских почв // Технологии производства вермигумуса. – Астрахань, 2006. – С.42-45.

94. Лямеборшай С. Х. Экологическое лесопользование // Многоцеле-

вое лесопользование: сб. тр. – М.: ВНИИЛМ, 1994. – С. 53-57.

95. Мадебейкин И. Н., Мадебейкин И. И. Роль липняков в пчеловодстве // Пчеловодство. – 1998. – № 3. – С. 23-25.

96. Максименко А. П., Гвоздык Е. Н. Улучшение песчано-ракушечных почв путем лесонасаждений // Агро XXI. – 2006. – № 4-6. – С. 41-42.

97. Манаенков А. С., Чеботарев В. Н., Синюков В. А. Перспектива лесоразведения на песках аридной зоны // Лесное хозяйство. – 1992. – № 1. – С. 30-33.

98. Матвеев Н. А. Фитомелиорация природных кормовых угодий // Лесное хозяйство. – 1996. – № 2. – С. 240-245.

99. Матвеев Н. А. Фитомелиорация аридных пастбищ // Тез. Международ. конф. – Саратов, 1997. – Ч. 2. – С. 93-95.

100. Метревели Ш. Р. Экологическая оценка рекреационного лесопользования // Лесное хозяйство. –1998. – 7 с.

101. Мигунова Е. С. Лесоразведение на засоленных землях. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 141 с.

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

103. Милановский Е. Ю., Шейн Е. Н., Анилова Л. В. Почвенная структура и органическое вещество под лесом и многолетней пашней // Вестник Оренбургского гос. ун-та. – 2005. – № 2. – С. 113-117.

104. Минаев И. В. Адаптивные мелиоративные системы для Нечерноземной зоны // Мелиоративное и водное хозяйство. – 1999. – № 3. – С. 42-44.

105. Митрофанов Ю. И. О состоянии луга и пашни в Нечерноземной зоне // Вестник Российской академии наук. – 1998. – № 6. – С. 14-15.

106. Мишина Н. В. Структура землепользования российской и китайской частей Бикино-Валашанской трансграничной территории // Эколого-географические проблемы развития трансграничных регионов: материалы Международ. науч. конф. – Улан-Удэ, 2007. – С. 163-166.

107. Михин В. И. Агролесомелиорация ландшафтов. – Воронеж: ВГЛТА, 2006. – 127 с.

108. Михина Е. А. Лесомелиорация и агроэкология в условиях Центрального Черноземья // Вузовская наука: материалы IV Всеросс. науч.-технич. конф. – Вологда, 2006. – С. 464-465.

109. Мондохонов А. А. Природные особенности и динамика сельскохозяйственного использования земель в Боханском районе // Бюл. Вост.-Сиб. науч. центра. – 2006. – № 2. – С. 102-106.

110. Назыл-Оол О. А. Использование почв, подверженных дефляции и дегумификации // Земледелие. – 2005. – № 1. – С. 11.

111. Немцев С. Н. Эффективность лесных полос на различных типах агроландшафтов в черноземной сети Среднего Поволжья // Агроэкологические функции органического вещества почв и использование органических удобрений и биоресурсов в ландшафтном земледелии: сб. докл. Международ. науч.-практ. конф. – Владимир, 2004. – С. 223-226.

112. Николаенко В. Т. Рекреационное использование лесов // Лесное хозяйство. – 1976. – № 11. – С. 10-12.

113. Николов Г. Органическое земледелие – система защиты почв и охраны окружающей среды // Агрокомпас. – 1996. – № 9. – С. 4-5.

114. Новоселов Ю. А. Земледельческое освоение зоны БАМ // Земледелие. – 1086. – № 11. – С. 2-4.

115. Общия Е. Н. Влияние буферной травяной полосы на приживаемость саженцев деревьев и кустарников в противоэрозионных рубежах // Сб. тр. молодых ученых. – Ставрополь, 2010. – С. 84-88.

116. Повышение продуктивности полупустынных земель Северного Прикаспия (по материалам Джаныбекского стационара) / И. Н. Оловянникова [и др.]. – М.: Наука, 1989. – 198 с.

117. Ошкаев А. А. Лесоводственная эффективность длительного осушения сосновых вырубок начальной стадии заболачивания: автореф. дис. …к. с.-х. н. – СПб: НИИ лесного хозяйства, 2007. – 25 с.

118. Павловский Е. С. Лесомелиорация загрязняемых агроландшафтов // Лесное хозяйство. – 1997. – № 4. – С. 33–36.

119. Павловский Е. С., Щебланов В. Ю. Повышение продуктивности земель под защитой лесонасаждений (Обливский лесоаграрный ландшафт) // Экология лесоаграрного ландшафта: сб. науч. тр. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1986. – Вып. 2 (88). – С. 3-9.

120. Панков Я. В. Рекультивация ландшафтов: метод. указания к выполнению практ. работ для студентов специальности "Садово-парковое и ландшафт. стр-во". – Воронеж, 2007. – С. 138-143.

121. Панков В. Б. Повышение продуктивности естественных зарослей пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений // Лесное хозяйство. – 2011. – № 6. – С. 22-24.

122. Паулюкявичус Г. Б. Роль леса в экологической стабилизации ландшафтов. – М.: Наука, 1989. – 215 с.

123. Пеев Б., Дочев Г. Последствия уничтожения лесов и полезащит-

ных лесных полос на земледельческих территориях // Геодезия, картография, землеустройство. – 1992. – № 1. – С. 40-42.

124. Петелин А. В. Опыт сравнительной оценки опустынивания/деградации почв равнинных территории Ставропольского края и Дагестана // Проблемы антропогенного почвообразования: тез. докл. к Международ. конф. – М., 1997. – Т. 2. – С. 25-27.

125. Петков Здравко Орошение насаждений тутовых деревьев в новых фермерских хозяйствах // Агрохимкомплекс. – 1996. – № 6. – С. 12.

126. Петров В. И. Концепция адаптивного лесоаграрного освоения аридных территорий и пути ее развития в связи с опустыниванием // Оптимизация агроландшафтов, проблемы и перспективы развития агролесомелиорации и защитного лесоразведения. – Волгоград, 2004. – С. 102-108.

127. Петров В. И., Воронина В. П. Биоразнообразие и энергетическая оценка лесопастбищных экосистем северо-западного Прикаспия // Вестник Российской акад. с.-х. наук. – 2006. – № 5. – С. 30-33.

128. Петров Н. Г. Проблемы полезащитного лесоразведения в Центральном регионе России // Корни и крона Шатиловского эксперимента: сб. материалов науч.-практ. конф. – Орел, 1996. – С. 250-259.

129. Печкурова С. К., Баскакова Е. А. Экология землепользования (биоэнергетический аспект) // Антропогенное загрязнение природной среды и ее оптимизация. – 1996. – № 1. – С. 151-154.

130. Пилипенко О. І. Лісоаграрні ландшафти // Лісовий і мисливський журнал. – 1999. – № 4. – С. 26-27.

131. Плахутин М. М., Калинин А. М. Эрозия почв и охрана окружающей среды в Марокко // Эрозиоведение: теория, эксперимент, практика. – М., 1991. – С. 124-125.

132. Поляков В. В. Принципы оптимизации использования земельных ресурсов в рамках агромелиоландшафтов // Экономика и экология территориальных образований. – 2017. – № 2(1). – С. 95-102.

133. Приказ Рослесхоза от 05.12.2011 № 510 "Об утверждении Правил использования лесов для выращивания лесных плодовых, ягодных, декоративных растений, лекарственных растений". – С. 29-31.

134. Проблема опустынивания земель в России / И. Л. Трофимов [и др.] // Земледелие. – 2010. – № 7. – С. 7-9.

135. Прокопенко В. И., Фененко В. И. Отечественный и зарубежный опыт биологической рекультивации земель после открытых горных разработок // Государственный горный доклад Украины. – Днепропетровск,

1997. – 14 С.

136. Рангавар Абдосалех. Агроэкологические основы повышения продуктивности эродированных почв провинции Хорасан (Иран). – М.: РУДН., 2001. – 18 с.

137. Создание лесопастбищ на подвижных песках Юго-Востока европейской части СССР: рекомендации. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1986. – 24 с.

138. Родин А. Р., Никитин Ф. А. Создание лесопастбищ на агролесокультурных вырубках.– М.: София, 1989. – С. 11-16.

139. Родин А. Р., Родин С. А. Лесомелиорация ландшафтов: учебник. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 165 с.

140. Румянцев В. И. Роль полезащитных лесных полос в изменении среды произрастания сельскохозяйственных культур // Земледелие. – 1955. – № 2. – С. 42-48.

141. Русанов В. Н., Ворхалев Ю. А. Роль защитных лесных насаждений в оптимизации агролесоландшафтов // Тез. докл. к Международ. теорет. конф. – Новосибирск, 1988. – С. 130-132.

142. Рыбаков Ю. С. Применение химической рекультивации отвалов для защиты водных объектов от загрязнения // Геоэкология в Урало-Каспийском регионе. – 1996. – С. 135-137.

143. Рыбакова Н. А. Критерии для выделения площади противоэрозионных лесов горных потоков Европейско-Уральской части России // Лесное хозяйство. – 1998. – № 5. – С. 28-29.

144. Ряполова Е. В. Влияние лесных насаждений на повышение противоэрозионной устойчивости почв // Химико-лесной комплекс. Проблемы и решения: материалы Всерос. науч. практич. конф.; 5-6 окт. 2005). – Красноярск: СибГТУ, 2005. – Т. 2. – С. 88-92.

145. Савостьянов В. К. Опустынивание на юге Средней Сибири. – Абакан, 2014. – 71 с.

146. Процессы опустынивания почвенного покрова российского Прикаспия (на примере Кизлярских пастбищ Республики Дагестан) / А. К. Саидов [и др.] // Известия вузов Северо-Кавказского региона. – 2004. – № 2. – С. 88-110.

147. Саковец В. Н., Германова Н. И. Лесоводственно-экологическая гидромелиорация в Карелии // Антропогенная трансформация таежных экосистем Европы: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Петрозаводск, 2004. – С. 242-244.

148. Сапанов М. К. Основные принципы создания адаптивных колочно-западинных насаждений в глинистой полупустыне // Лесное хозяй-

ство. – № 5. – С. 29-30.

149. Свинцов И. П. Мелиорация и агролесомелиорация в России. – М.: ООО "Мещерский научно-технический центр", 2014. – 92 с.

150. Свиридов А. К., Павлов П. В. Лесомелиоративное обустройство агроландшафта // Наука и инновации в сельском хозяйстве. – Курск: КГСХА, 2011. – С. 145-150.

151. Семенов В. М., Кравченко И. К., Иванникова Л. А. Экспериментальное определение активности органического вещества в некоторых почвах природных и сельскохозяйственных экосистем // Почвоведение. – 2006. – № 3. – С. 282-292.

152. Сидаренко П. В., Самсонова И. Д. Биоресурсный потенциал лесов для сбора меда в Ростовской области // Лесное хозяйство. – 2011. – № 6. – С. 29-30.

153. Синещеков В. Е. Роль лесополос в формировании противодефляционной устойчивости для агроландшафтов юга Западной Сибири. – Новосибирск: РАСХН, Сиб. НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства. – 2006. – 142 с.

154. Смит У. Х. Лес и атмосфера. – М.: Прогресс, 1985. – 430 с.

155. Сорокин Н. Д. Микробиологические факторы плодородия лесных почв и продуктивности древостоя // Лесоведение. – 1998. – № 1. – С. 17-23.

156. Сорокина О. А. Сукцессии старопахотных серых лесных почв в возрастном ряду сосновых биоценозов Приангарья // Природная и антропогенная динамика наземных экосистем: материалы Всерос. конф. – Иркутск, 2005 – С. 453-456.

157. Сорокина О. А. Трансформация серых почв при лесном и агрогенном воздействии в условиях Сибири: автореф. дис. … д. б. н. – Красноярск, 2006. – 20 с.

158. Станчева Й., Бенчева С. Агролесоводство – экологическая технология землепользования // Екол. и бъдеще. – 2005. – № 4. – С. 10-13.

159. Стахурлова Л. Д., Свистова Н. Д., Щеглов Л. Н. Биологическая активность как индикатор плодородия черноземов в различных биогеоценозах // Почвоведение. – 2007. – № 6. – С. 769-774.

160. Степанов В. И., Данилин В. М. Аграрные леса – реальный кормовой ресурс северо-запада России // Аграрная наука. – 2001. – № 4. – С. 16.

161. Созинов О. В., Милоста Г. М. Ресурсы тропиков и некоторых лекарственных растений в лесах северо-западной части Гродненской обла-

сти // Лесная наука. –1999. – Т. 2. – С. 256-258.

162. Судачкова Л. В., Семёнова Г. П. Белки хвои как потенциальный кормовой продукт. – Красноярск, 1991. – С. 199-200.

163. Суханова Л. В. Лесные ресурсы пчеловодства // Лесное хозяйство. – 2000. – № 6. – С. 31–32.

164. Танасиенко А. А., Горелова Т. А., Буханистова Е. С. Тенденция изменений количества и качества гумуса почв разных звеньев агроландшафта Предсалаирья // Сибирский экологический журнал. – 2006. – Т. 13. – № 5. – С. 655-668.

165. Тарасов А. И. Рекреационное лесопользование. – М.: Агропромиздат, 1986. – 176 с.

166. Ташнинова Л. Н. Антропогенное опустынивание как форма отрицательной эволюции почв // Проблемы антропогенного почвообразования: доклады Международ. конф. – М., 1997. – Т. 2. – С. 41-43.

167. Теория и практика лесомелиорации и лесоаграрного освоения аридных территорий // Сб. науч. тр. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2001. – Вып. 1. – 246 с.

168. Терентьев В. И. Основные направления аграрной трансформации естественных почв в лесной зоне // Проблемы антропогенного почвообразования: материалы Международ. конф. – М., 1997. – Т. 2. – С. 122-126.

169. Типовая программа и методика изучения продуктивности лесоаграрных ландшафтов, экологической и социальной роли защитных лесных насаждений. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1984. – 118 с.

170. Тимофеев А. Ф. Условия высокой эффективности мелиорации земель в Нечерноземной зоне // Мелиоративное и водное хозяйство. – 1999. – № 3. – С. 41-42.

171. Тимофеев М. М. Биотехнология промышленного гумусообразования // Агрохимический вестник. – 2003. – № 6. – С. 28-29.

172. Трошкин С. Е. Деградация тугаев Средней Азии и возможности их восстановления: автореф. дис. … д. б. н. – Волгоград, 2011. – 44 с.

173. Тюлькин А. В. Агролесомелиоративное обустройство эродированных почв в Нечерноземье // Земледелие. – 2009. – № 8. – С. 28-29.

174.Филипчук А. Н., Моисеев Б. Н. Вклад лесов России в углеродный баланс планеты / Лесохозяйственная информация. – 2003. – № 1. – С. 27-34.

175. Фитомелиоративная реконструкция и адаптивное освоение Черных земель / С. Д. Дурдусов [и др.]. – Волгоград – Элиста, 2001. – 322 с.

176. Фурдичко О. Г. Лесное господарство Украины: перспективы разви-

тия при создании устойчивых агроэкосистем // Агроэкология. – 2003. – № 3. – С. 3-10.

177. Хайретдинов А. Ф., Канашова С. И. Рекреационное лесоводство. – 2-е изд. доп. и перераб. – М.: МГУЛ, 2002. – 308 с.

178. Харитонов Г. А., Мочалкин Л. С. Лесомелиорация лесостепного Зауралья. – М.: Лесн. пром-сть, 1967. – 175 с.

179. Хисайнов Н. С. Развитие овражной эрозии и лесомелиоративные приемы борьбы с ней в Центральном Таджикистане: автореф. дис. … к. с.-х. н. – Душанбе, 2006. – 22 с.

180. Хорохорина Е. М. Оценка состояния фитомелиорантов песчаных массивов Терского берега Белого моря // Ломоносов: материалы Международ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – М.: Пущино, 2007. – С. 228.

181. Чарков С. М. Рост и продуктивность терескена серого в опытных посевах и посадках на пастбищах Хакасии // Ботанические исследования в Сибири. – 1994. – № 2. – С. 136-142.

182. Накопление органического углерода в черноземах (моллисолях) под полезащитными лесными насаждениями в России и США / Ю. Г. Чендев [и др.] // Почвоведение. – 2015. – № 1. – С. 49-60.

183. Черкасов Г. Н., Лукьянчикова М. Н. Эколого-мелиоративная роль противоэрозионной системы узких лесных полос // Лесное хозяйство. – 1998. – № 4. – С. 38-39.

184. Честных О. В., Замолодчиков Д. Г., Уткин А. И. Общие запасы биологического углерода и азота в почвах лесного фонда России // Лесоведение. – 2004. – С. 30-42.

185. Шардоков А. К. Кадастровый учет землепользования лесопастбищных угодий в аридной зоне // Агролесомелиорация в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы. – Волгоград, 2015. – С. 313-314.

186. Шибкова Н. В. Контроль и методы борьбы с опустыниванием в Китае // География на рубеже веков: материалы Международ. науч. конф. – Курск, 1999. – Т. 3. – С. 251-253.

187. Шинкаренко С. С. Анализ динамики пастбищ Приэльтонья по данным NDVI // Агролесомелиорация в 21 веке: состояние, проблемы, перспективы. Фундаментальные и прикладные исследования: Материалы международ. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, посвящ.я профессору Георгию Пантелеймоновичу Сурмачу в честь 100-летия со дня рождения. – Волгоград, ВНИАЛМИ, 2015. – С. 318-320.

188. Шугалей Л. С. Гумусное состояние как показатель экологической устойчивости лесных почв юга Средней Сибири // Реконструкция гомеостаза: материалы 9-го Международ. симп. – Красноярск, 1998. – Т. 2. – С. 208-212.

189. Энциклопедия агролесомелиорации / Под ред. Е. С. Павловского. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. – 676 с.

190. Юдина В. Ф., Максимова Т. А. Ресурсы полезных растений на неосушенном болоте в зоне интенсивного проведения гидролесомелиоративных работ // Эколого-биологическое обоснование гидролесомелиорации и реконструкции лесоосушительных систем: информ. материалы к совещ. (Петрозаводск, 3-6 июн. 1996 г.). – Петрозаводск, 1996. – С. 55-56.

191. Ярмизин Д. В., Ярмизин С. Д., Лысогоров С. Д. Мелиоративное земледелие. – М.: Колос, 1972. – 384 с.

192. Яськов М. Н., Качкишев А. Т. Опустынивание и перспективы восстановления ландшафтов Чуйской степи // Развитие научного наследия акад. Н. И. Вавилова: тез. Международ. конф. – Саратов, 1997. – С. 101-103.

193. Abel V. A., Prinsley R. Быстрая оценка исследований и внедрения агролесоводственных систем – опыт Shurugwi // Forestecol. and Manag. – 1991. 45. – № 1-4. – P. 337-349.

194. Acala V. A., Lal R. Запасы и скорость секвестрации почвенного органического углерода в мелиорированных почвах рудников в штате Огайо // J. Environ. Qual. – 2001. 30. – № 6. – P. 2098-2104.

195. Adams Maura L. Pasture extensification in the southern Ecuadorian Andes: appraisal and recommendations // Sustain. Forestry. – 2009. 28. – № 6-7. – P. 866-887.

196. Agus F.,Garrity D. P., Cassel D. K. Soil fertility in contour hedgerow systems on sloping oxisols in Mindanao // Soil and Tillage Res. – 1999. 50. – № 2. – P. 159-167.

197. Agus C., Karyanto O., Hardiwinoto S. Legume cover crop as soil amelioration at a short rotation in a tropical region // J. Forest Environ. – 2003. 45.– № 1. – P. 13-19.

198. Ahimana C., Maghembe J. A. Рост и биоомасса молодых *Eucalyptus tereticornis* в агролесоводстве Морогоро, Танзания // ICRAF. – 2014. – P. 472.

199. Akinyemi S. D. S., Tijani-Eniola H., Olaleye O. J. Реакция банана при выращивании совместно с полевыми культурами на различные дозы калийных удобрений на альфисолях // Plant Nutr. – 2003. 26. – № 6. – P. 34.

200. Akinola A. Решение проблем недостатка питательных элементов

в почвах влажных тропиков с помощью агролесоводства // Trans. 14thcongr. Soil. Sci. – Kyoto. – 1990 – Vol. 6. – P. 285-286.

201. Albiach R., Canet R., Pomares F. Structure, organic conventional management // Agrochimica [МФИШ]. – 1999. 43. – № 5-6. – P. 235-242.

202. Практика охраны почв в системах кукурузно-бобовых севооборотов на Кубе / C. A. Alfonso [et al.] // Agron. Mesoamer. – 2000. 11. – № 2. – P. 59-62.

203. Amiotti N. M., Zulba P., Sanchez L. F. The impact of single trees on properties of loess-derived grassland soils in Argentina // Ecology (USA). – 2000. 81. – № 12. – P. 3283-3290.

204. Anecksampant C., Boonchee S., Sajjapongse A. Использование склоновых земель для устойчивого земледелия в северном Таиланде // Trans. 14thInt. Congr. Soilsci. – Kyoto. – 1990. – Vol. 6. – P. 198-203.

205. Annan-Afful E., Massunaga T., Wakatsuki T. Свойства почв вдоль водораздела внутриконтинентальной долины с различным землепользованием в районе Ашанги в Гане // J. Plant. Nutr. – 2005. 28. – № 1. – P. 141-150.

206. Anthofer J., Henson J., Jutzi S. C. Особенности минерализации азота листьев применяемых в агролесоводстве деревьев в условиях тропической гористой местности // Agron. and Crop Sci. – 1997. 179. – № 3. – P. 139-147.

207. Aragao Mario do Livramento, da Ponte J. Julio. O uso da manipueira – extrato liquido das raizes de mandioca – como abubo foliar // Cienc. Agron. – 1993. 36. – № 1-2. – P. 45-48.

208. Aronsson M. Динамика м принципы ведения хозяйства в лесах, используемых под выпас скота, и на полуестественных пастбищах в Брабигдене, округ Калмар // Skog. Forsk. – 1998. – № 1. – P. 80.

209. Auclair D., Gaillez P. Необходимость проведения исследований в агролесоводстве // Rev. Forest. Fr. – 1994. 46. – P. 141-151.

210. Aune Jens B., Alemu T., Gautam Kamala P. Carbon sequestration rural communities: Is it worth the effort / Докл. (1 World Congress in Agroforestry. Orlando. Fla., 2004). Sustaiable forest. – 2005. 21. – № 1. – P. 69-79.

211. Auradon Fabien. Дерево и канал: разумное сожительство // La Foret privee, 1998. 41. – № 240. – P. 7-21.

212. Bahro S. Агромелиоративные системы на острове Корейро // Amazoniana. – 1994. 12. – № 3-4. – P. 551-563.

213. Использование веток от обрезки и *Vitellaria paradoxa* для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшения свойств почвы в Субсуданской зоне Буркина-Фасо / J. Bayla [et al.] // Arid

Land Res. and Manag. – 2003. 17. – № 3. – P. 283-296.

214. Влияние системы землепользования на макрофауну почвы на западе Бразильской Амазонии / E. Barros [et al.] // Biol. and Feri. Soils. – 2002. 35. – № 5. – P. 338-347.

215. Barrios B., Hernandez M., Valdez W. Evaluacion de pastores y fertilization fosporica en el asocio de Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*) forrajiero (*Arachis pintoi*)) // Agron. Mesoamer. – 1997. – № 2. – P. 147-151.

216. Pratiques culturales et erodibilite du sol dans les Rougiers de Camares (Aveyron) / B. Barthes [et al.] // Etude et gest. Sols. – 1998. 5. – № 3. – P. 157-169.

217. Barton A. M., Wallenstein M. D. Влияние инвазии *Pinus virginiana* на свойства почв на серпентиновых пустошах с волнистым рельефом на юго-востоке Пенсильвании // J. Torrey Bot. Soc. – 1997. 124. – № 4. – P. 297-305.

218. Bato Luciano C. Влияние живых изгородей на поверхностный сток, эрозию почвы и урожайность продовольственных культур // Sylvatrop. – 2002. 12 – №1-2. – P. 87-124.

219. Beets P. N., Oliver G. R., Clinton P. W. Защита почвенного углерода в широколиственном лесу и влияние перехода к пастбищу и экзотическому сосновому лесу // Environ. Pollut. – 2002. 116. – № 6. – P. 563-573.

220. Bennell M. R.,Verbyta A. B. Quantifying the response of crops to shelter in agricultural regions of south Australia // Austral. J. Agr. Res. – 2008. 59. – № 10. – P. 950-957.

221. Bernhard-Reversal F., Techinda-Pemo G. A. Влияниеагролесной-системывозделываниябанананадинамикуорганическоговещества // Cah. ORSTOM, Ser. Pedol. – 1988. 24. – № 4. – P. 355.

222. Bewket W., Stroosnijder J. L. Влияние агроэкологической землепользовательной сукцессии на свойства почв водосбора Чемога, бассейн Голубого Нила, Эфиопия // Geoderma. – 2003. 211. – № 1-2. – P. 85-98.

223. Brandt M., Wildhagen H. Использование измельченных кустарников для предотвращения эрозии почв // Z. Kulturteehin und Landentwickl. – 1998. 33. – № 2. – P. 81-86.

224. Relaciones entre las forestaciones, la erosion del suelo y la potencialidad productive en la transicon bosque-estepa / P. Broquen [et al.] // Invest. Agr. Sist y recuret. – 2003. 12. – № 2. – P. 90-110.

225. Bu Chongfeng,Cai Qiangyno, Yuon Zaijian. Эрозия и круговорот питательных веществ в системе шпалерной промежуточной культуры *Vitiveria zizanioides* с удобрением или мульчированием на влажном склоне // Trans. Chin Soc. Agr. Eng. – 2006. – № 5. – P. 55-60.

226. Bubu T., Harina T. Потенциал агролесоводства как технология землепользования для бедных сельских районов Центральной Индии // Int. Union Forest Res. Organ., Montreal. – 1990. – P. 144.

227. Characterisation of hydrogen isotope profiles in an agroforestry system: Implication for tracing water sources of trees / S. Burgess [et al.] // Agr. Water Manag. – 2000. 45. – № 3. – P. 229-241.

228. Burle S. T., Shelton H. M., Dalzell S. A. Круговорот азота в деградированных пастбищах *Leucaena Leucocephala – Brachiaria decumbens* на кислых неплодородных почвах юго-востока штата Квинсленд // Trop. Grugsl. – 2003 – № 2. – P.119-128.

229. Buttond G. Агролесоводственные системы в развивающихся странах // Rev. forest. fr. – 1994. 46. – P. 152-164.

230. Cabannes B., Lagacherie M. Ожидания от агролесоводства в Лангедок-Руссильон // Foret. Privee. – 1997. 40. – №. 236. – P. 45-52.

231. Callemeyn J.,Van Ghelue P., Van Molle M. Планирование использования земель при высокой эрозионной опасности на суглинистых и легкосуглинистых почвах // Soc. belqeetud. geogr. – 1989. 18. – № 1. – P. 141-157.

232. Caloian Gr., Untaru E., Traci C. Облесение земель, нарушенных эрозией и оползнями // Rev. padur. Silvicult si exploit. Padur. – 1991. 100. – № 1. – P. 4-8.

233. Campos S., Cardoso L. G., Z. X. de Barros. Землепользование в бассейне реки Капивара (Ботукату, штат Сан-Паулу) в течение 15 лет // Cientifica. – 1995. 33. – № 2. – P. – 309-315.

234. Bezcrovna E. V. Содержание тяжелых металлов-загрязнителей в естественных и искусственных лесах // Проблемы. устойчивого функционирования водных и наземных экосистем: материалы Международ. науч. конф. – Ростов-на-Дону, 2006. – С. 36-37.

235. Bhople R. S. Выбор почво- и водоохранных технологий фермерами // J. Maharashtra Agr. Univ. – 1997. 22. – № 2. – P. 246-247.

236. Billings W. D. The structure and development of old field shortleaf pine stands and certain associated physical properties of soil / Ecol. Monographs, 8. – 1938. – P. 437-499.

237. Баланс воды и нитратов на плохо дренированных облесенных и сельскохозяйственных водосборных площадках / C. Billy [et al.] // Hydrology and management of forested wetlands: proceedings of the International Conf., New Bern, N.C. – 2006. – P. 245-252.

238. Blanco A. Заделка остатков лесной растительности в почвы: их

трансформация в горных почвах Толедо // Invest. Agr. Sist. yrecurs. forest. – 1993. 2. – № 2. – P. 135-149.

239. Рост деревьев, химический состав листвы и круговорот азота вдоль градиента отложений азота в лиственных лесах Аппалачей / J. L. Boggs [et al.] // Can. J. Forest. Res. – 2005. 35. – № 8. – P. 1901-1913.

240. Влияние агротехники на сток, эрозию почв и урожайность хлопчатника и кукурузы на песчаной альфисоли: изучение интенсивной и экологически устойчивой систем земледелия в суданской зоне Северного Камеруна / B. Z. Boli [et al.] // Cah. ORSTOM, Ser. Pedol. – 1993. 28. – № 2. – P. 309-325.

241. Booth H. Климатические требования у древесных пород, используемых для агролесоводственных целей // Clim. Change. – 1994. 27. – № 1. – P. 93-102.

242. Bozelli M. Выращивание культур тополя на сельскохозяйственных землях // Cellul, carta. – 1994. 45. – № 5-6. – P. 2-8.

243. Enriquecimento do sistema solo-serapilheira com especies arboreas aptas pora recuperacao de areas degradadas / J. T. Braga Antonio [et al.] // Rev. arvare. – 2007. 31. – № 6. – P. 1145-1154.

244. Интенсивность эрозии почвы на виноградниках Бургундии / J. Brenot [et al.] // Boll. Soc. Geol. Ital. – 2006. – № 6. – P. 169-173.

245. CaoJun, Wu Shaohong, Yang Qinye. Регулирование использования земельных ресурсов с учетом опустынивания и адаптационной способности земель // Trans. Chin. Soc. Agr. Eng. – 2004. 20. – № 5. – P. 281-285.

246. Cardon Ph. Сельское хозяйство и лесоводство в горах Франш-Контэ // Bull. Soc. Forest, Franche-conteetpov. Est. – 1988. 48. – № 1. – P. 13-22.

247. Carrillo-Garcia Angel, Bashan Yoav, Bethlenfalvay Gabor J. Ресурсно-островные почвы в Нижней Калифорнии Южной (Мексика) // Plantandsoil. – 2000. 218. – № 1-2. – P. 207-214.

248. Caudill S. A., Vaast P., Husband T. P. Assessment of small mammal diversity in coffee agroforesty in the Western Gahats, India // ICRAF. – 2014. – P. 563.

249. Cerri C. C. Динамика органического вещества после распашки и освоения // Cah OKSTOM. Ser. Pedol. – 1988. 24. – № 4. – P. 335-336.

250. Estimativa do abatimento de erosao economica / B. S. Cerruto [et al.] // Rev. arvore. – 2007. 31. – № 2. – P. 285-293.

251. Competition for light in heterogeneous canopies: Application of MAESTRA to coffee (*Coffea Arabica* L.) agroforestry system Eastern Africa / F. Charbonnier // ICRAF. – 2014. – P. 564.

252. Обзор исследований по "островкам плодородия" почвы под по-

кровом кустарниковой растительности в полуаридных регионах / Chen Guang [et al.] // Chin. J. Appl. Ecol. – 2003. 14. – № 12. – P. 2295-2300.

253. Chen Yinming, Lim Guobin, Xu Bingcheng. Влияние искусственного лесного насаждения облепихи на сохранение почвы и воды в Лёссовом холмистом районе // Chin. J. Appl. Ecol. – 2005. 16. – № 4. – P. 595-599.

254. Ciancio O. Linee quida per la gestione silvopastorale nei porchi nazionali // Quad. con. serv. Natura. – 2004. – № 18. – P. 181-189.

255. Повышение успешности проведения облесения лиственными породами деревьев: анализ влияния свойств почвы в юго-западной части Квебека / A. Cogliastro [et al.] // Forest. Ecol. and Manag. – 2003. 177. – № 1-3. – P. 347-359.

256. Применение орошения просачиванием в лесоразведении / Cong Yumin [et al.] // Zhejiang linyekgt J. Zhejiang Forest. – 1999. 19. – № 3 – P. 72-74.

257. Выделение азота листьями эвкалипта и растительными остатками бобовых в зависимости от их биогеохимического качества и степени контакта с почвой / M. Corbeels [et al.] // PlantandSoil [ЭИ]. – 2003. 250. – № 1. – P. 15-28.

258. Cox S. B., Willing M. R., Scatena F. N. Изменение показателей содержания питательных веществ в верхнем слое почв опытного леса Луквилли в Пуэрто-Рико: перспективы многообразия // Plant and soil [КЭ]. – 2002. 247 – № 2. – P.189-198.

259. Cwiklonsky H. Использование комплексов в коммунальном хозяйстве и огородничестве при создании ландшафтов и ухода за деревьями // Garten lauingemeur. – 1989. – V. 34. – P.75-76.

260. Czerwinski Z. Содержание ионов растворимых солей в грунтовых водах // Ann. Warsaw Agr. Univ-SGGW Agr. – 1997. – № 31. – 59-66.

261. Dangerfield C. W., Harwell R. L. Анализ лесопастбищной системы на маргинальных землях юго-востока США // Agroforestry system. – 1990. 10. – № 3. – P. 187-197.

262. Dano Antonio M. Effectiveness of soil conservation structures in cultivated steep uplands of Region 8 // Sylvatrop. – 1994. – № 1. – P. 41-50.

263. Davis S. H., Wall A. Туземное землепользование и ведение тропического лесного хозяйства в Латинской Америке // AMBIO. – 1994. 23. – № 8. – P. 485-490.

264. Decoux G. Лесопастбищное хозяйство в регионе От-Вердон // Rev. forest. fr. – 1944. 46. – P. 49-58.

265. De Filicaia L., Zanchi C. Оценка эрозии почвы водосборной площади реки Сбайхья (Тунис) // Agr. And Environ. Int. Dev. – 2004. 98. – № 1-

2. – P. 3-17.

266. De Gryze S., Six G., Paustian K.Изменение запаса почвенного органического углерода вследствие изменения землепользования // Glob. Change Biol., [КЭ]. – 2004. 10. – № 7. – P. 1120-1132.

267. Эрозия почв, климатические условия, состояние растительного покрова и технического его восстановления на средне-холмистой территории Непала / Devkota Bimala Devi [et al.] // J. Fac. Agr. – 2006. 51. – № 2. – P. 361-365.

268. Derar I. C. Агролесоводство системы Андаманских и Никобарских островов // Int. Tree Crops J. – 1995. 8. – № 2/3. – P. 107-128.

269. Diner Ahmet, Kocer Sacit. Okonomischer Einfluss des Zwischenfruchtanbaus auf Plantagen mit 1-214 Pappeln // Holzzucht, 2000. 54. – № 1-4.– P. 17-23.

270. Поглощение азота из обогащенного N-удобрения четырьмя древесными видами в агролесомелиоративной системе Амазонии / Dinkelmeyer Harald [et al.] // Agroforestry Syst. – 2003. 57. – № 3. – P. 213-224.

271. Живая мульча – перспективная система содержания поверхности почвы на молодых плантациях сливы / H. Dinkova [et al.] // Vocarstvu. – 2007. 41. – № 159. – P. 101-106.

272. Integrated land-use systems: Assessment of promising agroforest and alternative land-use practices to enhance carbon conservation and sequestration / R. Dixon [et al.] // Clim. Change. – 1994. 27. – № 1. – P. 71-92.

273. Избыток воды под различными системами использования земли с участием люцерны и пшеницы в штате Западной Австралии / P. J. Dulling [et al.] // Austral. J. Agr. Res. – 2007. 58. – № 8. – P. 826-838.

274. Влияние живых изгородей на содержание в почве углерода и азота на типичных горных лугах Синьцзяна / Dong Zi-hong [et al.] // J. Xingjian Agr. Univ. – 2006. 29. – № 1. – P. 31-35.

275. Dosskey M. G., Bentrup G., Schoeneberger M. M. Роль агролесоводства в лесовосстановлении в поемной долине Нижней Миссисипи // J. of Forestry. – 110 (1). – P. 48-55.

276. Dougill A., Heathwaite L., Thomas D. Скотоводство и экологические изменения в Калахари, Ботсвана: гидрологическая перспектива // Pap. Int. Symp. (Symp. Si) "Sustain Water Resour. Incertaianty", Rabat. – 1997. – № 240. – P. 369-477.

277. Drouet Ph. Песчаные карьеры Буррон: повернуть промышленность, вернуться к природе // Arboresences. – 1996. – № 65. – P. 3-6.

278. Drysdale C. J. Субстрат для растений взамен почвы // Australian Journal of Soil Research. – 2011. – V. 49(7) – P. 572-581.

279. Duan Wen-jun, Dong-sheng, Luo Jian-xin. Эффективность охраны почвы и сохранения влаги с помощью *Eulaliopsis binata* на опустыненном поле на склоновом участке с пурпурной почвой в Южном Китае // J. Hunan Agr. Univ. – 2003. 29. – № 3. – P. 204-206.

279. Duan Wen-jun, Dong-sheng, Luo Jian-xin. Эффективность охраны почвы и сохранения влаги с помощью *Eulaliopsis binata* на опустыненном поле на склоновом участке с пурпурной почвой в Южном Китае // J. Hunan Agr. Univ. – 2003. 29. – № 3. – P. 204-206.

280. Dufour J. Заброшенные сельскохозяйственные земли департамента Сарта: от залежи к лесопосадкам // Norois. – 1994. 41. – № 164. – P. 627-642.

281. Dugue P., Roose E., Rodribuez L. Развитие сельскохозяйственных почв и повышение продуктивности сельского хозяйства в Ягенга (Буркина-Фасо): опыт экспериментального исследования // Cah. ORSTOM. Ser. Pedol. – 1993. 28. – № 2. – P. 385-402.

282. System wide impacts of fuel usage patterns in Ethiopian highlands: potentials for breaking the negative nein forcing feedback cycles; Eastern Africa / L. Duguma [et al.] // ICRAF. – 2014. – P. 554.

283. Dunjo G.,Gispert M. Влияние изменений землепользования на заброшенные террасированные почвы средиземноморского водосбора на северо-востоке Испании // Catena [ЭИ]. – 2003. 52. – № 1. – P. 23-37.

284. Dupraz C. Les associations d`arbres et de cultures intercalaires annuelles sous climat tempere // Rev. forest. fr. – 1994. 46. – P. 72-95.

285. Erhabor J. O., Filson G. C. Soil fertility changes under on oil palm-based intercropping system // J. Sustainabble Agr. – 1999. 14. – № 1-2. – P. 45-61.

286. Etienne M., Hubert B., Masika B. Пастьба скота в лесонасаждениях Средиземноморья // Rev. forest. fr. – 1994. – 46 – P. 30-41.

287. Etienne M., Ovalle C. Пастьба скота на облесенных землях в Чили // Rev. forest. fr. – 1994. 46. – P. 42-48.

288. Environ. Pollut / D. Eve Marlen [et al.]. – 2002. 116. – № 3. – P. 431-438.

289. Fang Xi., Da-Jun, Xang Wen-Hua. Вертикальное распределение почвенного органического углерода в насаждениях *Cunninghamia lonceolata* // J. Zhejiang Forest, Coll. – 2004. 21. – № 4. – P. 418-423.

290. Разложение тонких корней триплоидного *Populus tomentosa* и корней злаковой травы *Lolium multiflorum* в композитной экосистеме иди-

намика питательных веществ / Fan Xianwe [et al.] // Chin J. Appl. Ecol. – 2005. 16. – P. № 11. – P. 2030-2034.

291. Favennic J. Причины закрепления дюн в Китае//Arborescence. – 1991. – № 35. – P. 22-28.

292. Влияние выборочной вырубки на лесосплав и конверсии лесов для натурального сельского хозяйства и пастбищ на динамику питательных веществ в подземных экосистемах Амазонии / E. S. M. Fermandes [etal.] // Cienc. ecult. – 1997. 49. – № 1-2. – P. 34-47.

293. Productive and nutritional traits of pasture in an agrosilvopastoral system, according to the distance from trees / E. N. Fermandes [et al.] // Pesq. agropec. bras., Brasília. – 2011. – V. 46. – №. 10. – P. 1176-1183.

294. Fernandes E. N., Kitamura P. C., Couto L. Alternativas agroforestais para a microbacia do corrego Taquara Branca, Sumare – SP // Rev. Arvore. – 1997. 21. – № 3. – P. 435-446.

295. Ffolliott P. F., Gottfrid G. J. Лесное хозяйство аридных земель, ориентированное на экологически устойчивое развитие // Yokogama. – 1993. – P. 59.

296. Fischer A., Vasseur L. The crisis in shifting cultivation practices and the promise of agroforestry: a review of the Panamanian experience // Biodivers and on Conserv. – 2000. 9. – № 6. – P. 739-756.

297. Foster K., Neufeldt H. Проекты органического углерода в агролесоводстве: уроки на последующее будущее развитие: Западная Африка, Южная Африка // ICRAF. – 2014. – P. 549.

298. Fotsing Jean-Marie. Эрозия обрабатываемых земель и некоторые рекомендации по охране почв в местности Бамилеке (Западный Камерун) // Car. OPSTOM. Ser. pedol. – 1933. 28. – № 2. – P. 251-366.

299. Fuchs Max. Общие интересы лесного и сельского хозяйства // Schwez. Z. Forstw. – 1991. 142. – № 7. – P. 539-548.

300. Влияние приствольного стока атмосферных осадков с отмерших деревьев сосны густоцветной на свойства почвы / K. Fugimoto [etal.] // Shinrinritchi. – 1996. 38. – № 2. – P. 98-108.

301. Fujikata Sam. Метод вовлечения фермеров в исследование и распространение технологий: охрана почв нагорных районов Филиппин // Exp. Agr. – 1989. 25. – № 4. – P. 423-433.

302. Fujisaka Sam. Принятие и приспособление землевладельцами контурных защитных полос //Exp. Agr. – 1993. 29. – № 1. – P. 97-105.

303. Fukui Shin-ichi, Yumanishi Noboru. Усиление районов с улуч-

шенным использованием земельных угодий // J. Fac. Agr. Totton Univ. – 2001. 54. – P. 15-21.

304. Gao Peng, Liu Zuo-xin, Chen Fu-sheng. Характеристика поверхностного стока и гармонический анализ динамики почвенной влаги в насаждениях // J. Forest. Res. – 2003. – № 4. – P. 295-298.

305. Gardete J. J.,Vieira A., Cardoso A. Прибрежные дюны от Овара до Фигейро-да-Фош // UDUF inf. – 1991. – № 7. – P. 15-17.

306. Gerewal S. S., Abrol J. P. Мелиорация солонцовых почв путем накопления осадков и выращивание змеевки черной между деревьями // JidianSoc. Sci. – 1989. 37. – № 2. – P. 271-376.

307. Gillespie M. Буферные полосы и почвозащитная обработка оправдывают себя // SoilandWaterConserv. News. – 1992. 12. – № 5. – P. 7.

308. Glowacki S. Качество бальзамической живицы, собираемой в Польше, и влияние некоторых природных условий на содержание в ней скипидара // Warszawa: ROZWSGGW. – 1997. – 75 p.

309. Gogichaishvili G. P., Urushadze T. J. Оценка эрозионных земель в мелиоративном фонде Грузии // Agr. and Rur. Dev. Trop. and Subtrop. – 2006. 107. – № 1. – P.85-94.

310. Gordon A. M., Williams P. A. Совместное выращивание ценных твердолиственных пород (с сельскохозяйственными культурами) на юге Онтарио // Forest. Chron. – 1991. 67. – № 3 – P. 200-208.

311. Gottle A., Sene E. H. Функции лесов, связные с защитой и сохранением окружающей среды // Unasylva – 1997. – № 190-191. – P. 30-37.

312. Оценка плодородия почв в агролесоводственных системах с кофе (*Coffea arabica*) в Лаврасе (штат Минас Жерайс) / Grandi Solgado Bruno [et al.] // Rev. Arvore. – 2006. 30. – № 3. – P. 343-349.

313. Grantz D. A.,Vanghn D. J., Farher R. Посев местных растений с целью восстановления сельского хозяйства в пустыне и ослабления переноса пыли и частиц менее 10 мкм // J. Environ Qual. – 1998. 27. – № 5. – P. 1209-1218.

314. Goel Vijay L., Behl Hari M. Screening of prosopis germplasm for afforestation of degraded soils ites: Performance, leaf nutrient status and influence on soil properties // J. Sustainable Forest. – 1999. 8. – № 2. – P. 1-13.

315. Gu Feng-Xue, Pan Xiao-Ling, Pan Bo-Kong. Изменение плодородия эоловой почвы в центральной зоне пустыни Такла-Макан под действием искусственной растительности // Shengtai xuebao – Acta Ecol. Sim. – 2002. 22. – № 8. – P. 1179-1188.

316. Gnitton J.-L. Агролесохозяйственная посадка на юге Корсики //

Rev. forest. fr. – 1994. – 46. – P. 11-16.

317. Агролесоводственные проекты для умеренной зоны Евразии / J.-L. Gnitton [et al.] // Rev. forestfr. – 1994. – № 46. – P. 179-180.

318. Guo Sheng-Li Содержание элементов минерального питания растений в почве и его связь с формой поверхности площади в полуаридной зоне / Guo Sheng-Li [et al.] // Agr. Res. Arid Areas. – 2003. 21. – № 4. – P. 40-43.

319. Hailu T., Negash L., Olsson M. Milletta ferruginea from southern Ethiopia: Impacts on soil fertility and growth omnaise // Agroforestry Syst. – 2000. 48. – № 1. – P. 9-24.

320. Hamalainen Jouko, Kunla Markku. Интегральная планирующая модель для сельскохозяйственной фермы с прилегающим лесным участием // Forest. fenn. – 1992. – № 234. – P. 1-34.

321. Hamazaki Tadao. Разнообразие почв и мероприятий по использованию земель на островах в тропических и субтропических зонах (Японии и Филиппин) // YJRCAS Ynt SympSer. – 2006. – № 13. – P. 83-96.

322. Hamera A., Zybura H. Влияние обработки почвы на рост и качество лесных культур, заложенных на заброшенной пашне // Ann. Wazsaw. Agr. Unw. Forestand Wood Technol. – 2006. – № 60. – P. 75-85.

323. Han Jing-Long, Jin Fu-Shin, Liu Rue-Cui. Вариабельность и факторы, связанные с уровнем содержания органического вещества в почвах после трансформации пахотных земель в лесные угодья в провинции Шаньдун // J. Fac. Agr. – 2006. – № 2. – P. 395-398.

324. Harawa Ressie, Lehmann Yohanes, Akinnifesi. Динамика азота в агролесоводственных системах на основе кукурузы в зависимости от местоположения в ландшафте на юге Малави // Cycl. Agroecologyst. – 2006. – № 1-3. – P. 271-284.

325. Hasan Syamsuddin, Masuda Yasuhisa. Изменение химических и физических свойств почв на маргинальных землях в системе кормовых культур после трехлетнего выпаса скота // J. Fac. Agr. Kysha Univ. – 2005.– № 1. – P. 129-133.

326. Haung Yun-Fen, Zhang Luo-ping, Hong Hua-Sheng. Экспериментальное изучение эрозии почв, потери азота и фосфора при наличии различного растительного покрова // J. Agro-Environ. Sci. – 2004. – № 4. – P. 735-739.

327. Heath I. S.,Birdsey R. A., Williams D. S. Methodology for estimating soil carbon for the forest carbon budget model for the united states // Environ Pullut. – 2002. – № 3. – P. 373-380.

328. Heckman J., Kluchinski D. Agronomics of land application of mu-

nicipal collected shade tree leaves. 1. Soil properties // J. Sustainable Agr. – 2000. – № 2-3. – P. 33-40.

329. Heinze M. Питание лесных деревьев на гипсовых участках // Forestwiss. – 1998. – № 5. – P. 267-276.

330. Hellin J. Использование растительных деревьев для сохранения почв на склонах: социальные и токсические соображения // Ceiba. – 1999. – № 1. – P. 35-39.

331. Heluar, K. R., Cullis B. R., Fuzniss K. Изменение кислотности и плодородия красноземной почвы в пастбищном севообороте с однолетней пшеницей // Austral. J. Agr. Res. – 1997. – № 5. – P. 561-586.

332. Henriksen Jben, Michelsen A., Schlonvoigt A. Tree species selection and soil tillage in alley cropping systems with *Phaseolus vulqaris* L. in a numid premontane climate: Biomass production, nutzient cycling and crop responses // Plant and Soil, 2002. – № 1. – P. 145-159.

333. He Guang-Xyn. Снижение плодородия почвы в ходе сукцессии в чистом древостое кунингамии ланцетной // Zhejiang linxueang xuebao J. Zhejiang Forest Cill. – 2002. – № 1. – P. 100-103.

334. He J. Местная динамика перемещения у прилегающих деревень на юго-востоке Китая; Востоке Центральной Азии // JCRAF. – 2004. – 596 p.

335. Hermy M. Исторические и относящиеся к качеству местообитанию факторы, влияющие на повторенное расселение старых лесистых местностей во Фландрии // Skug Forest. –1988. – № 1. – 43 p.

336. Hessie A. Пастбищные леса Андалузии // Gartenand Landsehaft. – 1992. – № 6. – P. 18-23.

337. He Wenging. Основные факторы, влияющие на ветровую эрозию при разных картинах использования земельных угодий в районе Вучуань (Внутренняя Монголия) // Chin. J. Appl. Ecol. – 2005. – № 11. – P. 2092-2096.

338. He Wen-Ging, Zhao Coi-Xio, Sui Peng. Обсуждение перспектив применения почвозащитной обработки в агропастбищном экотоне // J. Appl. Ecol. – 2006. – № 4. – P. 119-122.

339. He Xingyuan, Hu Zhibin, Li Yuehu. Динамика эрозии почвы в верховьях реки Миньцзян на основе данных ГИС // Chin. J. Appl. Ecol. – 2005. – № 12. – P. 2271-2278.

340. He Yuangue, Wu Dafu. Круговорот питательных веществ и виды в красноземных почвах при различных системах растениеводства и агротехники // Chin. J. Appl. Ecol. – 2004. – № 9. – P. 1547-1551.

341. He Zongmin, Yang Yusheng, Lou Shuangquan. Изучение сравни-

тельных выгод различных агролесохозяйственных систем с участием кунингамии ланцетной // J. Nanjing Forest. Univ. – 1996. – № 4. – P. 57-60.

342. Hilbig W., Opp C. Влияние антропогенного фактора на растительный и почвенный покров Монголии // Erfozshungbiologischer Ressourcender Mongolei. Halle (Saale). – 2005. – P. 163-177.

343. Hocking D., Hocking A., Islam K. Деревья как полевые культуры на рисовых полях и усадьбах в Бангладеш: успешный опыт участия и исследований // Int. TreeCropsJ. – 1998. – № 4. – P. 283-302.

344. Ho Kiet. Результаты исследований почвенной эрозии в районе Тхуа-Тхиен-Хуэ (Вьетнам) // Agr. andFoodInd. – 1997. – № 8. – P. 343-344.

345. Holzimueller E. N., Jose S. Bioenergy crops in agroforestry systems: potential for the US North central region // Agroforestry Syst. – 2012. – V. 85. – P. 305-314.

346. Holzmueller E.J., Jose S., Jenkins M.A. Influence of calcium, potassium, and magnesium on Cornus florida L. density and resistance to dogwood anthracnose // Plant and Soil. – 2007. – V. 290. – P. 189-199.

347. Hosny El-Lakany M. Создание древесных насаждений для восстановления пустынных земель // 15th Int. Congr. Yokogama. – 1993. – P. 59.

348. Hou Qinajiang. Изменение в содержании почвенной влаги после обрезки корней на границе ветрозащитных лесных полос и полевое сельскохозяйственных культур в штате Небраска // Agroforestry Syst. – 2003. – № 2. – P. 137-147.

349. Huang Fu-Xiang, Kang Mu-Yi, Zhang Xin-Shi. Система экономической компенсации в ходе возврата пахотных земель к лесам и лугам (TCFY) // Shengtaixuebao – Acta Ecol. Sin. – 2002. – № 4. – P. 471-478.

350. Huang Qing-Leng, Gaj Jian, Wu Ze-min. Изучение плодородия почвы и почво- и водоохранной эффективности различных типов почвы // Anhuinongyeda xuexuebao – J. AnhuiAgr. Univ. – 2002. – № 1. – P. 82-86.

351. Huang Runquan, Liu Yuikai, Yuan Chuanwa. Влияние агролесохозяйственной структуры на склоновых землях на распределение питательных веществ в почве в районе водохранилища Трех Ущелий // J. Beilhua. Unev. Natur. Sci. – 2000. – № 4. – P. 342-346.

352. Huang Wending. Продуктивное сосуществование и прибыль в агролесохозяйственных системах . // Actaforest. fenn. – 1998. – № 260. – P. 1-72.

353. Huang Wending, Xu Qifen. Over yield of Taxadium ascendens-intercrop systems // Forest Ecol. and Manag. – 1999. – № 1-3 – P. 37-38.

354. Huang Yi-Long, Chen Li-Ding, Fu Bo-Jie. Баланс эватранспирации и

влажности почвы при восстановлении растительности в овражистом водосборе Лёссового плато в Китае // Pedosphere. – 2005. – № 4. – P. 509-517.

355. Huang Yu, Wang Hue, Feng Zong-Wei. Влияние плантаций *Eulaliopsis binata* на качество красноземных почв Южного Китая // Actaecol. sin. – 2003. – № 12. – P. 2599-2606.

356. Hu Peixing. Характеристика состояния и контроль борьбы с опустыниванием на песчаных землях в Китае // LinyeKexie – Sci. silv. sci. – 2003. – № 5. – P. 140-146.

357. Hutchinson J. J., Campbell C. A., Desjardins R. L. Some perspectives on carbon sequestration in agriculture // Agric. for. Meteorol. – 2007. – № 142. – P. 288-302.

358. Hysck J., Biba M. Pudni biogicke pomery lesnich a krycich kultur crispiven ke studiu poloreni // Zpr. Les. vyzk. – 1993. – № 4. – P. 28-31.

359. Iasco R. D. Фермерская оценка улучшений залежно-переложной системы на Филиппинах // JIRCAS Int. Symp. Ser. – 1994. – № 1. – P. 102-107.

360. Inderjit Influence of *Pluchea lanceolata* (*Asteraceae*) on selected soil properties // Amer. J. Bot. – 1998. – № 1. – P. 64-69.

361. Igo Nobory. Лесоводство ка котрасль сельского хозяйства // Kingyo gijutsu. Forest. Techn. – 2002. – № 726. – P. 19-20.

362. Inah E. J., Orimoyegnn S. O. Травяной покров и свойства почвы в местообитаниях дичи в штатах Баучи и Гомбе // J. Sastainalle Agr. – 2005. – № 1. – P. 125-136.

363. Indrawan M., Yabe M., Nomura H. Deconstructing Satoyma – социально-экологический ландшафт Японии // ICRAF. – 2014. – P. 600.

364. Iskandar J., Roy F. Ellen. The contribution of Paraserianthes (Albizia) falcataria to sustainable swidden management practices amang the Baduy of West Java // Hut. Ecol. – 2000. – № 1. – P. 1-17.

365. Jobbagy Esteban Y., Jacson Robert B. Использование и засолени егрунтовых вод при облесении лугов // Glob. Change Biol. – 2004. – № 8. – P. 1299-1312.

366. Jobbagy Esteban G., Jacson Robert B. Процессы и механизмы подкисления почвы при конверсии лугов и леса // Biogeochemistry. – 2003. – № 2. – P. 205-229.

367. Jacob G. S., Kumar B. M. Динамика лесной подстилки и кумулятивные изменения плодородия почвы в лесопастбищных системах гумидного тропического региона в центральной части шт. Керала, Индия // Int. Tree. CropsJ. – 1998. – № 4. – P. 267-283.

368. Jacsman Jonos. Последовательность интенсивного рекреационного использования лесов в городском пространстве // SchweizJ. Forest. – 1998. – № 6. – P. 423-439.

369. Tithonia diversifolia as a green manure for soil fertility improvement in western Kenia / B. Jama [et al.] // Agroforestry Syst. – 2000 – № 2. – P. 201-221.

370. Jantawat S., Vichuksit V., Puttharoen S. Эрозия почв и урожай кассавы в зависимости от различных технологий обработки почвы и выращивания культуры // Trans. 14th Int. Congr. Soil. Sci., Kyoto. – 1990. – № 7. – P. 163.

371. Janzen H. H. Углерод почвы: реакция экосистемы на изменяющийся мир // Can. J. soil. sci. – 2005. – № 4. – P. 467-480.

372. Jave R., F. de Herralde, Biel C. Подход к изучению водного цикла в лесных экосистемах // Invest. agr. sist. y. resurs. forest. –2005. – № 3. – P. 497-512.

373. Jose S., Bardhan S. Agroforestry for biomass production and carbon sequestration: on overview // Agroforest Syst. – 2012. – P. 105-111.

374. Jose S., Gold M. A., Garrett H. E. The future of agroforestry in the united states. – 2012. – P. 217-246.

375. Jia Baoquan, Ci Longjun, Gao Zhigang. Количественный анализ факторов, действующих на песчаное опустынивание плато Ордос // Sci. vilv. sin. – 2003. – № 6. – P. 15-20.

376. Jiang Deming, Liu Zlimin, Koui Zhenwu. Перспективы изучения опустынивания и восстановления песчаных земель в районе Кээрцинь // Vingyong shengtai xuebao. Chin J. Appl. Ecol. – 2002. – № 12. – P. 1698-1699.

377. Can the study of natural vegetation succession assist in the control of soil erosion on abandoned croplands on the loess Plateau / Jiao Juying [et al.] // Restar. Ecol. – 2007. – № 3. – P. 391-399.

378. Jsaas L., Wood C. W., Shannon D. A. Влияние обрезки ветвей на содержание почвенного углерода и азота при контурном расположении живых изгородей с *Leucaena leucocephala* в аллейном земледелии (Lam) De Wit на склоновых землях Гаити // Nutrient Cycle. Agrocosyst. – 2003. – № 3. – P. 253-263.

379. Kadomura H., Haruki M. Изменения окружающей среды на гумидных территориях Камеруна, вызванные деятельностью человека // Trav. et. doc. geogr. trop. – 1988. – № 61. – P. 177-193.

380. Kahle P., Baum C., Boclcke B. Влияние облесения на свойства почвы и формирование микориза // Pedosphere. – 2005. – № 6. – P. 754-760.

381. Kolchugina T. P., Winson T. S. Comparison of two methods to assess the carbon budget of forest biomes in the former Soviet Union // Water, Air

and Soil Pollution. – 1993. – № 70. – P. 207-221.

382. Kanda Kinichi. Круговорот азота в агро-пастбищных системах в серрадо // JIRCAS Newslett. Int. Collab. – 2000. – № 24. – P. 3.

383. Kanda Kinichi, Miranda Cesar C. B., Macedo Manuel C. M. Минерализация углерода и азота в почвах под агропастбищными системами в субтропической Центральной Бразилии // Soil Sciandplant Nutr. – 2002. – № 2. – P. 179-184.

384. Karki M. B. Восстановление лесных земель в Непале // Natureand Ressour. – 1991. – № 4. – P. 38-46.

385. Kayimov A. K., Sultanov R. A., Novitsky Z. B. The struggle against land degradation and desertification by means of a forestation and rational use of land // O'zbekiton Resp. FTDK byull. – 1997. – № 3-4. – P. 108-111.

386. Kawaquchi H.,Sahunala P., Kanzaki M. ПродуктивностьикруговоротминеральныхвеществввосстановленнойлеснойэкосистемеТаиланда // 15th Ynt. Bot. Congr. –1993. – P. 55.

387. Kemper D., Dabney S., Kramer L. Изгородипротивэрозии // Soil and Water Conserv. – 1992. – № 4. – P. 284-288.

388. Kendawang J. J., Tanak S., Ishihara J. Влияние переложного земледелия на почвенные экосистемы в Сараваке (Малазия). Ч. 1. Подсечно-огневая система в Билай-Ринчинском и Сабальском эксперементальных пунктах и влияние на органические вещества почвы // SoilSci. and Plant Nutr. – 2004. – № 5. – P. 677-687.

389. Kettler J. S. A pot study investigating the relationship between tree mulch decomposition and nutrient element availability // Commum. Soil Sci. and Plant Anal. – 1997. – № 15-16. – P. 1269-1284.

390. Ketterings Quirine M., Bigham Jerry M., Laperche V. Изменение минералогического и гранулометрического состава почв под влиянием подсечно-огневой системы земледелия на острове Суматра // Soil Sci. Soc. Amer. J. – 2000. – № 3. – P. 1108-1117.

391. Khosla P. K., Kaushal P. Состояние агролесоводственных исследований в Южной Азии // Int. Union Forest. Res. Organ – Monreal. – 1990. – P. 328.

392. Kim Jue-Gon , Kim Tack Hyun, Lee Jin-Soo. Свойства почв и аккумуляция фосфора в поверхностном слое почвы в связи с геологическими условиями и землепользованием // SoilSci. and Plant Nutr. – 2006. – № 3. – P. 313-320.

393. Kimmons Tom E., Phillips Mark, Brauer David. Маломасштабное фермерское производство аэробного компоста из древесины, предварительно использованное для выращивания *Lentinula edodes* // J. Sustainable

Agr. – 2003. – № 1. – P. 109-123.

394. Kirby K. R., Potvin C. Variation in carbon storage among tree species implication for the management of a small scale carbon sink project // For Ecol. Marag. – 2007. – № 246. – P. 208-221.

395. Kojie M., Mratinic E. Обзор плодовой флоры лесов Сербии. Флористическое разнообразие видов дикорастущих плодовых в лесных экосистемах Сербии // Jugosloven. vocar. – 1996. – № 1-2. – P. 171-184.

396. Kong Xiangbin, Zhang Fengrong, Qi Wei Ian. Влияние изменения землепользования на плодородие почвы в зоне интенсивного сельского хозяйства: прикладное исследование в округе Цучжоу Хэбэй // Dilixuebao – Actageogr. sin. – 2003. – № 3. – P. 333-340.

397. Kostielney J. L. Erosion control and crop farming. Resource management at its best // Eros. Contr. – 1999. – № 3. – P. 82-89.

398. Kosturkiwicz A., Szafrazski C., Mule rA. Prognozovanie wplywu melioracji na obeig wody w teranach nia sinnych bogato urzebionych // Rocz Acad. rol. Poznaniu. Melioriinz. srod. – 1997. – № 19. – P. 319-332.

399. Kovalev N. Лесная мелиорация как составная часть устойчивой охраны почв в России // Актуальные проблемы экологии в условиях современного мира: материалы II Международ. науч.-практ. конф. – Майкоп, 2012. – P. 7-11.

400. Kristianseh Soren M., Dalsgaard Kristian. Soil evolution in the remants of natural forest vegetation: An example from an old oak-lime coppice wood in Denmark // Geogr. Tidsskr. – 2000. – № 100. – P. 27-36.

401. Kroth W. Облесение земель сельскохозяйственного пользования как отдельная и общехозяйственная проблема // ForestandHolz. – 1989. – № 20. – P. 547-551.

402. Kuites A. T., KirbyK. J. Methodologies in forest grazing research // Forest Ecol. and Manag – 1999. – № 1-3. – P. 1-3.

403. Kuhne St. Закладка новых изгородей на границах землепользований на примере "Бранденбургской ярусной изгороди" // Mitt. Biol. Bundesanst. Land und Forstwirt. – Berlin – Dahsem, 1994. – № 301. – P. 301-328.

404. Kumar B. M., Nair P. K. Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportuhities and challenges // Springer. – 2011. – P. 307.

405. Kurdali F., Janar M., Klalifa K. Рост растений, азотофикация и вынос азота в системе совместного выращивания сесбании и сорго в условиях незасоленных и засоленных почв // Commun. Soil. Sci. and Plant Anal. – 2003. – № 17-18. – P. 2471-2494.

406. Kursten E., Burschel P. Уменьшение концентрации CO_2 за счет внедрения агролесоводства // Water, airandsoilpollut. – 1993. – № 1-4. – P. 553-544.

407. Kyrtz J. The economic effectiveness of agroforest farms in Missori // Agroforest Sist. – 1998. – № 5. – P. 155-157.

408. Lacuina A., Chaker M., Naciri R. Антропогенная эрозия в средиземном регионе (на примере Северного Мfрокко) // Bull. Assoc. geogr. fr. – 1993. – № 5. – P. 384-390.

409. Lal R. Потенциалагролесоводствакакальтернативасевооборотам: заключительныезаметки / Agroforestysyst. – 1999. – № 3. – P. 239-242.

410. Lal R. Агролесомелиоративные системы и приемы улучшения поверхности альфисолей. IV. Влияние на физические и механические свойства почв // Agroforestrysyst. – 1989. – № 3. – P. 297-315.

411. Lal R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security // Science. – 2004. – P. 1623-1627.

412. Lasocki Timothy L. Climate change nitigation through forestry. Theory and practice // Y. Sustainable Forest. – 2002. – № 2-3. – P. 147-166.

413. Leao A. M., Lopes F. J., La Puente. Лесное хозяйство в регионе, расположенное южнее Тежу // DGF inf. – 1990. – № 4. – P. 4-10.

414. Logan T. J., Lal R. Некоторые экспериментальные результаты исследования эрозии почв и борьбы с ней в Африке и Латинской Америке // Trans. 14th Int. Congr. Soil. Sci. Kyoto. – 1990. – P. 293-308.

415. Leslie A. D. Практика агролесоводства в Сомали // Forest Ecol. and Manag. – 1991. – № 1-4. – P. 293-308.

416. Liao Yun-Cheng, Fu Zeng-Quang, Jia Zhi-Kuan. Причины и технические системы для предотвращения опустынивания земель в зоне смыкания земледелия и пастбищног животноводства на Севере Китая // Ganhan diqu nongye yanjiu – Agr. Res. Arid. Areas. – 2002. – № 2. – P. 95-98.

417. Livesley S. Y., Gregory P. Y., Buresh R. J. Конкуренция в рядовых посадках деревьев с временным выращиванием сельскохозяйственных культур. 2. Распределение, динамика и поглощение неорганического азота почвы // Plantandsoil. – 2002. – № 2. – P. 177-187.

418. Li Donghai, Yang Xiaoba, Deng Yunwu. Физические свойства почвы под влиянием под пологовой растительности и опада *Eucalyptus* // Chin J. Ecol. – 2006. – № 6. – P. 607-611.

419. Li Huaien, Tong Xingi, Zhang Kang. Экспериментальные исследования по регулированию влажности почвы с помощью дамб с насаждениями облепихи // Trans. Chin. Soc. Agr. Eng. – 2006. – № 11. – P. 69-73.

420. Методы интродукции и лесовосстановления с *Kandelia candel* на севере Китая / LiIiang-Qing, [et al.] // J. Zhejiangforest. Sci. and Technol. – 2001. – № 6. – P. 51-53.

421. Li Schidong. Изучение моделей конверсии пахотных земель в леса и луга в сухих жарких аридных субрегионах речных долин и холмисто-овражных субрегионах Лёссового плато // J. Beijingforest. Univ. – 2002. – № 3. – P. 35-38.

422. Li Zheng-Cai, Fu Mao-Yi, Yang Xiao-Sheng. Обзор по влиянию лесохозяйственной деятельности на органический углерод лесной почвы // J. ZhejiangForest. Coll. – 2005.– № 4. – P. 469-474.

423. Li Zheng-Cai, Fu Mao-Yi, Xu De-Ying. Изменения органического углерода почвы после облесения бамбуком пахотных земель // Forest Res. – 2006. – № 6. – P. 773-777.

424. Li Zhong, Zhao Oi-Guo. Потоки углекислого газа и возможности ослабления его выделением в сельском и лесных хозяйстве тропиков и субтропиков Китая // Clim. Change. – 1998, 40. – № 1. – P. 119-133.

425. Li Yang-Bing, Gau Ming, Shao Jing-An. Изменения в почвенной экосистеме в карстовом горном районе под влиянием различной растительности // Sci. geogr. sin. – 2005, 25. – № 5. – P. 606-613.

426. Характеристика проявления потери воды и почвы в условиях создания контурных полос на полях с красными почвами на склоновых участках / Li Xin-Ping [et al.] // J. Zhejiang Univ. Agr. and Life Sci. – 29 – № 4. – P. 368-374.

427. Li Xin-Ping, Guo Xue-Bin, Lu Ji-No. Влияние густоты стояния деревьев в полезащитных полосах на урожай пшеницы – Dongbei linge daxue xuebao // J. North – East Forest Univ. – 1999. – № 4 – P. 46-48.

428. Lin Hai-Ming, Zhang Zhi-Shan, Xie Zhong-Kui. Влияние микроирригации за счет использования устройств для удержания дождевой воды на урожай иэ ффективность использования воды посевами яровой пшеницы на северо-западе Лессового Плато // Shengtai xuebao–Acta Ecol. Sin., 2003. – № 3. – P. 620-626.

429. Liu Fa-Min, Jin Yan, Zhang Xiao-Jun. Водный режим почвы в пескозащитном насаждении Tamarix в пустынном регионе // Acta Bot. Boreali-Occuident. Sin. – 2011. – № 5. – P. 937-943.

430. Liu Fude, Jiang Vuezhong, Wang Huatian. Техника сохранения продуктивности почвы тополевой плантации с промежуточным выращиванием сельхозкультур // Linye kexue – Sci. Silv. sin. – 2007. 43. – P. 58-64.

431. Водоток и влажность почвы при агролесомелиорации и на травянистых водосборах в зоне холмов / Liu Giang-Cai [et al.] // Pegosphere. – 2004. 14 – № 2. – P. 263-268.

432. Liu Hui-Fang, Zhu Qing-Ke, Sun Zhong-Feng. Влияние различного использования земельных угодий и приемов мульчирования на поверхностный сток и заиливание на склоновых территориях Лессового Плато // Yanhan diqu nongye yanjiu – Agr. Res. Arid Areas. – 2005. 23 – № 2. – P. 137-141.

433. Liu Jin-Fu, He Zong-Ming, Wu Chen-Zhen. Eujan linxueyuan xuebao // J. Fujia Coll. Forest. – 2000. 20 – № 1. – P. 52-55.

434. Liu Meng-Yun, An Shao-Shan, Chang Qing-Rui. Особенности химических свойств почв при различном землепользовании // J. Northwest Sci.-Tech. Univ. Agr. and Forest. Nat. Sci. Ed. – 2005. 33 – № 1. – P. 39-43.

435. Liu Naizhuang, Liu Changmin, Song Zhaomin. Влияние микроклимата, создаваемого системой лесозащитных полос // Sci. solv. Sin. – 1989. 22 – № 3. – P. 193-200.

436. Liu Shi-Liang, Fu Bo-Jie, Lu Yi-He. Оценка качества почвы в связи с землепользованием и рельефом склона // Shengtai xoebao – Acta Ecol. Sin. – 2003. 23 – № 3. – P. 114-120.

437. Liu Shou-Zan, Guo Sheng-Li, Bai Yan. Изменение в содержании органического углерода при разных этапах использования земельных угодий на склоновых участках в овражистой местности на Лессовом Плато // J. Zhejiangforestcoll. – 2005. 22 – № 5. – P. 490-494.

438. Lopes F. J. Ведение хозяйства в лесах Эфора // DGF int. – 1990. 1. – № 4. – P. 3.

439. Lott J. E., Khan A. A., Black C. R. Water use in a *Grevillea robusta-maize* overstorly agroforestry system in semi-arid Kenya // Forest Ecol and Manag. – 2003. 180. – № 1-3. – P. 45-59.

440. Lou Anru, Li Wenhua. Предварительный анализ ведения хозяйства в агролесоводственных системах Китая // Ziran ziyan – Natur Resour. – 1995. – № 3. – P. 14-20.

441. Lovenstein H. M., Berliner P. R., Kenlenvan H. Поверхностный сток в агролесоводстве н ааридных землях // Forest Ecol. and Manag. – 1991. 45. – № 1-4. – P. 59-70.

442. LowsonG. J., Callaghan T. V., Millar A. Агролесоводство путь одновременного производства энергии, древесины и продовольствия // Int. Conf. Orleans., London, NewYork. – 1987 – P. 99-105.

443. Luseduling E., Kincit R., Huth N. Агролесосистемы изменяют кли-

мат – вызовы в проектировании будущей обстановки, Западная Африка // ICRAF. – 2014. – P. 521.

444. Luong Duc Loan. Роль органического вещества в повышении эффективности плодородия базальтовых почв под плантациями кофейного дерева // Agr. and Food Ind. – 1991. – № 6. – P. 271-275.

445. Machin Y., Navas A. Оценки возможностей сохранения и рационального использования природных ресурсов в горах Пеньяфлор // An. Estac. exp. Aula Dei. – 1995. 21. – № 3. – P. 173-182.

446. Machin Y., Navas A. Почвы района Ла-Плана, Сарагоса, пригодные для сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования // An. Estac. exp. Aula Dei. – 1995. 21. – № 3. – P. 163-172.

447. Magcale-Macandog Damasa B.,Viasco Pobert G., Delgado Mark Elgin M. J. Agroforestry adoption, innovations and smallholder farmers motivations in tropical uplands of Southern Philippines // Sustainable Agr. – 2006. 28. – № 1. – P. 131-143.

448. Profitability and implications of cocoa intensification on carbon emissions in Southern Cameroon, Latin America / A. N. Magne [et al.] // ICRAF. – 2014. – P. 575.

449. Динамика содержания органического вещества, фосфора и калия в системах "цедрела душистая – банан" в штате Табаско / M. F. Maldonando [e tal.] // Rev. Fitotech. mex. – 2006. 29. – № 3. – P. 223-30.

450. Mondre M., Parn H., Tilk M. Разнообразие почвенных условий и растительный покров леса сосны обыкновенной на прибрежных дюнах юго-запада Эстонии // Metsanduslikнd Unrimused. – 2006. – № 44. – P. 42-51.

451. Materechera S. A., Matsuehyane B., Modise J. R. Влияние мелиорантов почв и мульчирования на появление всходов, формирование плодов и урожай бобов бамбара (*Vigna subterranes*) на оседающей почве // S. Afr. J. Plant and soil. – 2007. 24. – № 2. – P. 100-105.

452. Mayer A. C., Stöckli V., Konold W. Waldweide eine Zukunft? // Schweiz. Z. Forestw. – 2003. 154. – № 5. – P. 169-174.

453. McArthur A. J. Лесоводство и укрытие для домашнего скота // Forest Ecol. and Manag. – 1991. 45. – № 1-4. – P. 93-107.

454. McGinty K. S., Alberts E. E. Эффективность задержания осадков старыми ограждениями на двух сельскохозяйственных территориях Среднего Запада // Amer. Soc. Agron. Annu. Mect. – 1993. – P. 322.

455. McKee Lester J., Eyre Bradley D. Запасы азота и фосфора для субтропического водосборного бассейна реки Ричмонд, Австралия // Bio-

geochemistry. – 2000. 30. – № 3. – P. 207-239.

456. Montagnini F., Eibl B., Fernandez R. Реабилитация деградированных земель в провинции Мисьонес // J. Environ. Sci. – 2006. 18. – № 6. – P. 51-65.

457. Meder R., Beets P. N., Oliver G. R. Многомерный анализ спектров среднего инфракрасного, инфракрасного и ядерно-магнитного резонанса почвенных образцов при разных трансформациях использования земельных угодий: естественного леса, пастбища и искусственные лесопосадки // J. ForestSci. – 2007. 37. – № 2. – P. 289-305.

458. Moya Roque F., Valenzuela H. I., Salazar R. F. Efecto de la fertilization a la pradera sobre la delimitacion y caracteristicas del periodo juvenile de Pinus radiata // D. Invest agr. Sist y recurs forest. – 2003. 12.– № 2. – P. 13-23.

459. Mielhe S. Acacia albida and other multipurpose trees on the fur farmlands in the Jebel Mazza highlands, Western Darfur, Sudan // ICRAF. – 2014. – P. 479.

460. Mikhailova E. A., Post C. J. Влияние различного землепользования на запасы почвенного неорганического углерода в черноземах России // Euviron Qual. – 2006. 35. – № 4. – P. 1384-1388.

461. Mioconi A. Экологические обследования по оценке деградации земель в семиаридной зоне возвышенностей Эритрен // J. Agr. and Environ. Int. Dev. – 1998. 92. – № 4. – P. 263-287.

462. Mitchell D. A. Недревесные зеленые продукты в Британской Колумбии (растительные ресурсы) // Forest. Chron. – 1998. 74. – № 3. – P. 359-362.

463. Mlambo D., Mwenje E., Nyathi P. Влияние древесного покрова и сезона на динамику почвенного азота и микробиомассы в облесенной африканской саванне с доминированием Calophospermummopane // J. Trop. Ecol. – 2007. 23. – № 4. – P. 437-448.

464. Möller D., Weinmann B., Kirschner M. Ausworkung und Erfulg von Politic – und Strukturmahmen auf räumliche verteilung und Erfolgskennzahlen der Langnutzung: GIS-basierte Simulaton mit ProLand // Z. Kulturtechn. und Landentwiki. – 1999. 40. – № 5-6. – P. 197-201.

465. Montandon G. Лесные пастбища Юры // Scweiz Z. Forest. – 1993. 144. – № 7. – P. 549-554.

466. Mortl A. E., Munoz-Carpena R., Li Y. C. Гидропериод и засоленность почвенной влаги в пойме реки Локсахатчи под кипарисом болотным обыкновенным // Hydrology and Management of Forested wetlands, Proceed-

ings of the International Conference, New Bern, N. C., 8-12 April, 2006, St. Josef (Mich). – 2006. – P. 395-402.

467. Mossmer Eva-Maria. Новые лесозащитные мероприятия – советы для практики // Osterr. Forestztg. – 1997. 168. – № 5. – P. 40-43.

468. Naaim-Bouvet F., Mullenbach P. Живые изгороди в целях снегозадержания, полевой эксперимент // Rev. forest. fr. – 1998. 50. – № 3. – P. 263-276.

469. Nagasaka A. Исторические изменения гидрологии водосбора и осадкообразования в приречной среде в связи с антропогенной деятельностью на Хоккайдо, Северная Япония // Bull. Hokkaido Forest. Res. Inst. – 2003. – № 40. – P. 1-40.

470. Nagashima K., Sands R., Whyte A. G. D. Возможность расширения площади насаждений и ее влияние на особенности землепользования в районе Нельсона, Новая Зеландия // Forest Ecol. and Manag. – 2003. – № 1-3. – P. 263-275.

471. Nair P. K. R. Состояние агролесоводственных систем // Forest Ecol. and Manag. – 1991. – № 45. – P. 5-29.

472. Nair P. K. R., E. Fernandes C. M. Multipurpose leguminous tree and shrubs for agroforestry, Eastern Africa // ICRAF. – 2014. – P. 480.

473. NanniChris, BaldwinCharlesS. Современный взгляд на агролесоводство в юго-западном Онтарио // Highlights. – 1989. 12. – № 2. – P. 8-10.

474. Navas A., Garcia-Ruiz J. M., Machin J. Эрозия почв на суходоле в двух вариантах изменяющейся среды в центральной части долины Эбро Испания // IAHS Publ. – 1997. – № 245. – P. 13-20.

475. NosettoM. D., Jobbafy E. G., ParuetoJ. M. Изменение землепользования и потери воды: пример облесения луга поперек градиента гранулометрического состава почвы в центральной Аргентине // Gilob. Change Biol. – 2005. 11. – № 7. – P. 1101-1117.

476. Nguyen Ta Stem, Thai Phien. Улучшение неблагоприятных свойств мелиорированных почв // Agr. and. FoodInd. – 1991. – № 6. – P. 285-286.

477. NiuXi-Wu, Zhang Qiang, Yang Zhi-ping. Исследование изменений свойств почвы в насаждении Caragana на северо-западе провинции Шаньси // Xibei zhiwu xuebao – Acta Bot. Boreali-Osccident. Sin. – 2003. 23. – № 4. – P. 628-632.

478. Njos A. Эрозия почв как проблема для сельского хозяйства и охраны окружающей среды в Норвегии // Environ. Challenges and Solutions Agr. Eng.: semin. Ist. CJGR. Aas. – 1991. – P. 99-113.

479. Noqueira F. E., ChojiK. P., Laercio C. Alternativas agroforestais para

a microbacia do corrego Taqura Branca, Sumare – SP // Rev. Arvore. – 1997. – № 3. – P. 435-446.

480. Novak D. Y., CraneD. E. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA // Environmental pollution. – 2002. 116. – P. 381-389.

481. Nougarede G. Агролесоводственное равновесие начиная с первых опытов сочетания сельского хозяйства и лесоводства // Rew. forestfr. – 1994. 46. – P. 105-178.

482. Novak D. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA // Environmental pollution. – 2002. – V. 116. – P. 381-389.

483. Ong, C. K., Corbett J. E. Наземные и подземные взаимодействия в агролесоводственных системах // Forest. Ecol. and Manag. – 1991. 45. – № 1-4. – P. 45-57.

484. Obregon-Gomez Miquel. Использование Trichoderma spp. в улучшении микробиологии почвы в органическом земледелии в Коста-Рике // J. Zhejiang. Univ. Agr. and Lafe Sci. – 2004. 30. – № 4. – P. 409.

485. O'Brien William E. Природа подсечно-огневого земледелия: История гармоники, деградации и искупления // Hum. Ecol. – 2002. 30. – № 4. – P. 483-502.

486. Okogun J. A., Sangiga N., Mulongoy K.Обогащение почвы азотом пятью видами бобовых деревьев и кустарников при аллейной посадке на кукурузных полях в Ибадане, Нигерия // Agroforestry Syst. – 2000. 50. – № 2. – P. 123-136.

487. Okoji M. A., Moses Julia. Адаптация агрофорестри для охраны почвы в штате Аква-Ибом (Нигерия) // J. Sustainable Agr. – 1998. 13. – № 1. – P. 5-13.

488. Oliver R., Njiti C., Harmand J. Analyse de la durabilite de la fertilite acquise suite a des jacheres arborees au Nord-Cameroun // Etude et soils. – 2000. 7. – № 4. – P. 287-308.

489. Oishi Yasuhiko, Taguchi Harutaka, Murai Hiroshi. Оценка комфортности лесной среды для человека по температурному индексу // Shinrinritchi – 1994. 36. – № 2. – P. 1-14.

490. Paes J. M. V., Andreola F., C. H. de Brito. Разложение кофейных растительных остатков в трех типах почв и его влияние на ECO и ph // Rev. ceres, Univ. fed. Vicosa. – 1996. 43. – № 249. – P. 674-683.

491. Pandey C. B., Singh A. K., Sharma D. K. Свойства почвы под деревьями *Acacia nilotica* в традиционной агролесной системе в центральной части Индии // Agroforestry Syst. – 2000. 49. – № 1. – P. 53-61.

492. Paningbatan E. P. Аллейное земледелие для борьбы с эрозией почв на склоновых землях // Trans. 14th Int. Congr. Comies 7, Kyoto. – 1990. – P. 376-377.

493. Pan Wenli, Yu Lei. Методики закладки защитных лесных насаждений на щелочно-солончаковых почвах в дельте реки Ляохэ // J. Apple Ecol. – 1998. 9. – № 3. – P. 231-236.

494. Pattanoyak S. K., Mercer D. E. Индексирование охраны почв: восприятие фермерами агролесомелиоративной пользы // J. SustainableForest. – 2002. 15. – № 2. – P. 63-85.

495. Pascousu M. Совмещение лесного и лесопастбищного хозяйства в стране басков // Rev. forestfr. – 1994. 46. – P. 102-112.

496. Parsons J. E., Danils R. B., Yiliam J. W. Уменьшение объема поверхностного стока и смыва почвы с помощью фильтрующих полос в Пидмонте (штат Северная Каролина) и Прибрежной равнины // Amer. Soc. Agron. Annu. Meet., Madison. – 1991. – P. 328.

497. Pendke M. S., Lornte M. H., Bhuibhar B. W. Оценки поведения растительных барьеров на вертисоли // J. Maharashtra. Univ. – 2007. 32. – № 2. – P. 173-175.

498. Peng Kui, Quyang Hua, Zhu Bo. Баланс азота, загрязнения и управление в типичной агролесной экосистеме // J. Agro-Environ Sci. – 2004. 23. – № 3. – P. 488-493.

499. Peng Zhen-Hua, Dong Lin-Shui, Zhang Xu-gong. Анализ стратегий восстановления растительности в зоне интенсивной эрозии почвы на Лессовом плато в Китае // Forest Res. – 2005. 18. – № 4. – P. 471-478.

500. Petmak Pitaya. Восстановление растительности на деградированных лесных землях в Таиланде с помощью агролесоводства // JIRCAS Int. Symp. Ser. – 1994. – № 1. – P. 92-101.

501. Pez A., Belito E., Castelao A. Некоторые механические и физические свойства почв и почв под лугопастбищными угодьями в Галисии // Pros. 2nd ESA Congress. – 1992. Warwik. – 1993. – P. 364-365.

502. Phatalov V. Y. Оптимизация агроландшафта с помощью защитных систем лесополос в условиях охраны природы и рационального землепользования // Koronezh; Manhatten (Kans). – 1996. – P. 122-133.

503. Pirnat J. Некоторые ландшафтно-экологические аспекты одиноко произрастающих деревьев в условиях сельского ландшафта // Zb. gozd. inlez. – 1991. 37. – P. 177-199.

504. Popadyuk R. Прошлое землепользование и современное разнообра-

зие охраняемых лесов России // Rept. skog. Fores. – 1998. – № 1. – P. 59.

505. Poschen P. Внедрение акации albida в агролесоводстве в верховьях Харарам в восточной Эфиопии // JCRAF. – 2014. – P. 481.

506. Poyat R. V., Yesiloni J. D., Nowak D. J. Запасы углерода в городских почвах США // Environ Quel. – 2006. 35. – № 4. – P. 1565-1575.

507. Puddu R.,Tomasi D., Vacca A. Эрозия почвы на эвкалиптовых плантациях южной Сардинии // Geookodynamik. – 1998. 18. – № 3-4. – P. 189-201.

508. Qu Funian, Feng Shuyi. Охрана ресурсов сельскохозяйственных земель в Китае организованный подход // J. Nanjing Agr. Uriv. – 1998. 21.– № 3. – P. 110-115.

509. Quenum Yves B. Bodenerosion und Kosten (Nutzen-Analyse in deh Bebaungssystemen von Akazien – und Palmen-Brache in Sudosten Benins // Tropenlandwirt.– 1999. 100. – № 1. – P. 17-30.

510. Ramirez-Garcia. C., Vercea Castillo G. El cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) como alternative de reconversion de terrenos agricolas en el sur de Tamaulipas // Agr. tecn. Mex. – 2008. 34. – № 2. – P. 243-250.

511. Rao D. L. N. Maintaining the soil ecosystem's of the Future // The Future of soil Science, Wagerigen. – 2006. – P. 116-118.

512. Ranjith B. M. Борьбасэрозиейспомощьюбиологическойдеградациикокосовоговолокна //Amer. Soc. Agron. Meet. – 1993. – Cincinatu, 1993. – P. 322.

513. Rey Martin V. Acid soil degradation in South Africa. A threat to agricultural productivity // FSSA J. – 2001. – P. 37-41.

514. Rhoades C. C., Coleman D. C. Минерализация азота и нитрификация после конверсии земель в горном Эквадоре // Soil. Bioland Biochem. – 1999. 31. – № 10. – P. 1347-1354.

515. Ridgley M. A., Team A. Определение целей землепользования в сельской местности: исходная методология и применение агролесоводства в Италии // Environ. Prof. – 1995. 17. – № 3. – P. 209-225.

516. Rinklebe J., Makeshin F. Влияние сельскохозяйственного и лесного землепользования на почву и растительность за 27 лет // Forstwiss Cbl. – 2003. 122. – № 2. – P. 81-96.

517. Risasi E. L., Tian G., King B. T. Nitrogen mineralization of roots and selected woody species // Commun. soil Sci. and Plant Anal. – 1999. 30. – № 9-10. – P. 1431-1431.

518. Rishirumuhirwa T. Возможности бананового дерева в охране и использовании ферраллитных почв в Бурунди // Cah. ORSTOM. Ser. Pedol.

– 1993. 38. – № 2. – P. 367-383.

519. Roose E. Охрана почв в Средиземноморье. Обобщение и предложения в новой стратегии борьбы с эрозией "Воспроизводство воды и плодородие" // Cah. ORSTOM Ser. Pedol. – 1991. – № 2. – P. 145-181.

520. Roose E., Ndayizgiye F., Sekayange L. Агролесомелиорация и сельское хозяйство в Руанде. Как восстановить продуктивность кислых почв в густонаселенных тропических горах? // Cah. ORSTOM. Ser. Pedol. – 1993. 28. – № 2. – P. 327-349.

521. Roose E., Arabi M., Brahamia K. Плоскостная эрозия и сток в среднеземноморских горах Алжира. Снижение опасности эрозии и интенсификация сельскохозяйственного производства в системе YCES; синтез итогов работы в 1984-1995 гг. в пределах сети из 50 площадей по изучению поверхностного стока // Cah. ORSTOM. Ser. Pedol. – 1993. 28. – № 2. – P. 289-308.

522. La lute antiérosive, la CGES et la restauration de la productivité de sols méditerranéens dans les montagnes du nord de l'Algérie / E. Roose [et al.] // Restaurationde laproductivitédes solstropicauxetméditerranéensContributionàl'agroécologie. – 2015. – P. 353-363.

523. Roose E., Kabore V., Guenat C. Функции, лимиты и улучшение традиционной африканской агротехники для восстановления деградированных земель в семиаридных зонах (Буркина-Фасо) // Cah. ORSTOM. Ser. Pedol. – 1993. 28. – № 2. – P. 159-173.

524. Roose E. Использование земель в сельском хозяйстве. Компоненты и стратегия // FAO Soils Bull. – 1996. – № 70. – P. 380.

525. Ruf A., Hartje O., Rist B. Bodenbiologsche Effekte des Heweidung von Waldern durch Handstiere // Nova acta Leopolina. – 2003. 87. – № 328. – P. 371-378.

526. Rozenberg N. J., Cole C. V., Paustian K. Сокращение эмиссии газов парникового эффекта в сельскохозяйственном производстве // Clim. Change. – 1998. 40. – P. 1-5.

527. Russo R. O. Агролесопастбищное системы: практический подход к экологическому устойчивому сельскому хозяйству // J. Sustainable Agr. – № 4. – P. 5-17.

528. Ryan John. International agricultural research: Soil science at the crossroads // The Future of Soil Science. Wageningan. – 2006. – P. 122-124.

529. Sanchez P. A., Wnomer P. L., Palm C. A. Агролесохозяйственныеподходыиливыращиваниеценныхлесныхпороднадеградированные земли после вырубки тропических лесов // JIRCAS Int. Symp. Ser. – 1994. – № 1. –

P. 108-119.

530. Sanger I. J., Cox P., Splatt P. Характеристика лигнин-производной фракции органического вещества почв, развитых под различными типами растительности // J. Appl. Ecol. – 1997. 34. – № 1. – P. 14-20.

531. Potential of trees, grasses and turf, legumes for restoring eroded soils / R. R. Santana [et al.] // Commun. Soil. Sci. and Plant Anal. – 2003. 34. – № 15-16. – P. 2149-2162.

532. Saporhnikov V. P. Агролесоводствоилиагролесохозяйственное-землепользование. –Krasnoyarsk, 1977. – P. 53-54.

533. Влияние сорных растений на плантациях кофейного дерева на химические свойства почвы / Sarno, Lumbanraja Jamalam, [et al.] // Nutrient. Cycl. Agroecosyst. – 2004. 99. – № 1. – P. 1-4.

534. Sauer T. J., Cambardella C. A., Meck D. W. Пространственная изменчивость свойств почвы, связанная с изменением растительности // Plantandsoil. – 2006. 280. – № 1-2. – P. 1-5.

535. Schaller M., Schroth G., Beer J. Species and site characteristics that permit the association of fast-growing trees with crops; the case of Eucalyptus deglupta as coffee in Costa-Rica // Forest Ecol. and Manag. – 2003. 175. – № 1-3. – P. 205-215.

536. Scherr S. J., Muller E. U. Место агролесомелиорации в проектах развития природы // Agroforesty Syst. – 1990. 11. – № 3. – P. 259-280.

537. Scherr S. J., Roger J. H., Cdoul P. A. Обслуживание фермерских агролесных участков: экспериментирования, закладка аллейных посевов и древесных бордюр в западной Кении // ICRAF. – 2014. – P. 518.

538. Schlesinger W. H.,Wani T. J., Anderson J. Потери питательных веществ при стоке с лугов и кустарниковых зарослей на юге Нью-Мексико. II. Полевые участки / W. H. Schlesinger, // Biogeochemistry. – 2000. 48. – № 1. – P. 69-86.

539. Schmidt J. Защита от эрозии выше (верхней) границы леса путем создания растительного покрова в высокогорных местообитаниях // Rasen-Turf-Gazon. – 1992. 23. – № 2. – P. 55-59.

540. Schmutz T. Пятнадцатилетний опыт создания живых изгородей во Франции // Rev. forest. fr. – 1994. 46. – P. 119-124.

541. Schofild N. J., Bari M. A. Лесопосадки в долинах для понижения зеркала минерализованных грунтовых вод: результаты деятельности фермы Стин (штат Западная Австралия) // Australian J. Soil Res. – 1991. 29. – № 5. – P. 635-650.

542. Schofild N., Scott P. Посадка деревьев для борьбы с засолением (почв) // Western Australian J. Agric. – 1991. 32. – № 1. – P. 3-10.

543. Schroth G., Elias M. E. A., Nacedo J. L. V. Рост растений, урожайность и минеральное питание купуасу (*Theobroma grandiflorum*) в двух многокомпонентных системах агрофорестри на незатопляемой ферралитовой амазонской почве при четырех уровнях применения минеральных удобрений // J. Appl. Bot. – 2001. 75. – № 1-2. – P. 67-74.

544. Sha Liqing, Deng Jiwu, Xie Kejin. Изучение изменений питательных веществ в почве до и после выжигания вторичного леса в Сишуанбанна // Zhiwu shengtai xuebao = Acta phytytoecodsin. – 1998. 22. – № 6. – P. 513-517.

545. Shao Baolin, Gong Guoshu, Zhang Shirong. Количество почвенных микроорганизмов и связь с экологическими факторами в северном альпийском регионе Hengduan / Chin J. Ecol. – 2006. 25. – № 8. – P. 885-890.

546. Sharrow S. H., Ismail S. Carbon and nitrogen storage in agroforests, tree plantations and pastures in western Oregon, USA // Agrofor. syst. – 2004. 60. – P. 123-130.

547. Shatalov V. G. Оптимизация агроландшафтов с помощью защитных систем лесополос в целях охраны природы и рационального землепользования // Proc. and Abstr. Sec.: Sci. and Environ. Voronezh; Manhattan (Kans). – 1996. – P. 123-133.

548. Schuman G. E., Janzen H. H., Herrick H. E. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands // Environ. Pollut. – 2002. 116. – № 3. – P. 391-396.

549. Sequry Lucien, Bouzinas Serge.Concepts et mise en practique de modes de gestin agrobiologeque adeptes aux sols acides de la zone tropicale humide // OCL: Oleaqineus corps gra, lipids. – 1998. 5. – № 2. – P. 126-129.

550. Seline S., Deha Catacutan, Oluyede C. Ajayi. Роль знаний, позиций и перспектив агро- и агролесоводства инноваций для фермеров предсаха́рной и восточной Африки // ICRAF. – 2014. – P. 567.

551. Sheng Xuebin, Liu Yunxia, Sun Jianzhong. Корреляция между опустыниванием и изменениями почвы и напочвенной растительности в пастбищно-полевом экотоне-прикладное исследования в районе Канбао на севере провинции Эбэй (КНР) // Chin J. Appl. Ecol. – 2002. 13. – № 7. – P. 909-910.

552. Shirato Yasuhito, Tancyama Jchiro, Zhang Tong-Hui. Изменение почвенных свойств после облесения местности Хорцинь, Северный Китай // Soil. Sci. and Plant Natr. – 2004. 50. – № 4. – P. 337-543.

553. Shunguo Yan. Биологические мероприятия и их мелиоративный

эффект на сульфатные почвы // Grassland China. – 1991. – № 2. – P. 37-42.

554. Simelton E. Bac Viet Dam Farmers in NE Viet Nam rank values of ecosystems from seven hand uses; southeast Asia// ICRAE. – 2014. – P. 537.

555. Sims Brian G., Rodriguez V. Влияние живых барьеров на ослабление эрозии почвы в долинах Боливийских Анд. II Общее воздействие на почвенное плодородие // Ceiba. – 2000. 41. – № 1. – P. 11-16.

556. Sims Brian G., Rodriguez V. Влияние живых барьеров на ослабление эрозии почвы в долинах Боливийских Анд. Воздействие на эрозию почвы // Ceiba. – 2000. 41.– № 1. – P. 1-9.

557. Sims B. G., Villarroel J., Perez S. Evaloation de la erosion de suelo en los valles interandinos de Bolivia // Ceiba. – 2002. 43. – № 2. – P. 195-207.

558. Singh M., Arrawatia M. L., Tewari V. P. Агролесоводство для устойчивого развития аридных зон Раджастана // Int. Tree Crops J. – 1998. 9. – № 3. – P. 303-312.

559. Singh G., Gupta G. N., Kuppusamy V. Сезонная изменчивость органического углерода и доступности питательных веществ в агролесохозяйственных системах аридной зоны // Trop. Ecol. – 2000. 41. – № 1. – P. 17-23.

560. Singh G. Рост, продуктивность биомассы и динамика почвенной влаги в насаждениях *Acacia fortilis* в связи с условиями микрообитания и наземной растительностью в жарком аридном районе Индийской пустыни // Arid. Land Res. and Manag. – 2004. 18. – №2. – P. 153-168.

561. Sinukaban N., Satiapradja O., Wasra S. Влияние изменений системы землепользования на гидрологическую реакцию водосбора Конто на востоке острова Ява // Bul. Penilit. Hut. – 1991. – № 544. – P. 27-37.

562. Smith C. K., Ghotes H. L., Oliveira F. A. Soil nitrogen dynamics and plant-indced soil changes under plantations and primary forest Amazonia // Brazil // Plant and Soil. – 1998. – Vol. 200. – P. 193-204.

563. Баланс питательных элементов при сменном возделывании с выжиганием или мульчированием в Восточной Амазонке / R. Sommer [et al.] // Nutrient Cyel. Agroecosyst. – 2004. 68. – № 3. – P. 257-271.

564. Soorsalmi A., Malkonen E., Piroinen S. Влияние удобрения древесной золой на химические свойства лесных почв // Silva fenn. – 2001. 35. – № 3. – P. 355-368.

565. Songin W., Bury M., Stawinski K. Некоторые качественные показатели компостов, приготовленных из разных компонентов с и без дождевого калифорнийского червя // Zesz. nauk. Rol. / AR Szecinie. – 1996. – № 62. – P. 477-482.

566. Sparks Don. The future of soil s'cence // The Future of soil Science: Wageningen. – 2006. – P. 131-132.

567. Stocker Richard. Veranderungen in Waldboden // Wald und Holz. – 2002. 83. – № 6. – P. 47-49.

568. Subban P., Lal R., Subramanian K. S. Crooping systems effects on soil quality in semy-arid tropics // J. Sustainable Agr. – 2000. 16. – № 3. – P. 7-38.

569. Sun Hui, Tang Ya, Zhao Qiguo. Минерализация азота в обрезанных ветвях шести азотофиксирующих видов, используемых в живых изгородях в сухой долине реки Цзиньша // Pedosphere. – 2002. 12.– № 1. – P. 25-31.

570. Sun Qixiang, Wu Zemin, Wei Chaoking. Оценка размеров общей выгоды различных моделей регуляции агролесных экосистем на отмели реки // Yingyong sheng tai xuebao – Chin J. AppiEcol. – 2001. 12. – № 2. – P. 195-198.

571. Sun Yeng, Wu Ning: Luo. Peng. Запасы почвенного N и скорость его превращения при разных способах землепользования в субальпийском лесо-пастбищном экотопе // Pedosphere. – 2005. 12. – № 1. – P. 52-58.

572. Sutaria G. S., Patel N. K. Crop management factor (c) for runoff and soil loss under different groping systems // Gujarat. Agr. Univ. Res. J. – 1997. 23. – № 1. – P. 19-21.

573. Swift Roder S. The future of soil Science // Wageningen. – 2006. – P. 133-135.

574. Szabo L., Szermek Z. Анализ факторов разрушения почв на сельскохозяйственных землях северной части возвышенности Геделла// Agrokem es talaif. – 1992. 41. – № 3-4. – P. 203-213.

575. Влияние подпологового карликового бамбука на почвенную влагу и рост деревьев верхнего яруса в густом вторичном лесу *Betula ermanii* на севере Японии / K. Takahashi [et al.] // Ecol. Res. – 2003. 18. – № 6. – P. 767-774.

576. Tans P. Concentration CO_2 in the earth's atmosphere at the Mauna Loa observatory, 2012, Accessed 24 Sep.

577. Тарарісо О. Т. Збережения родюсти грунтового покрову – основа сталого розвитику агроекологичних систем / Натуралік. – 1998. – № 2. – P. 7-9.

578. Tasseva Veneza. Влияние систем содержания почвы в саду на содержание фосфора в почве и деревьях черешни // Not. bothortiagrobot. Cliy-Napoca. – 2006. 34. – P. 115-120.

579. Texlay Teslay, Nybery Gert Anders. Влияние внесения органических удобрений из растений агролесоводственной системы и мочевины на урожай сельскохозяйственных культур и свойства почвы в Вондо Fenetu (Эфиопия) // Nutrient Cycl. Agrosyst. – 2006. 75. – № 1-3. – P. 163-173.

580. Tensaye Asnaketch Welde, Linden Borjie, Ohlander Lars. Выращивание энсеты в Эфиопии. I. Обеспеченность питательными веществами почв в регионах Шоа и Сидамо // Commun. Soilandplant. Anal. – 1998. 29. – № 1-2. – P. 193-210.

581. Thomas T. H. Использование электронной таблицы при экономическом моделировании агролесоводственных систем // Forest Ecol. and Manag. – 1991. 45. – № 1-4. – P. 207-235.

582. Terrasson D., Le Floch Sophic. Является ли тополь помощником или конкурентом полеводства и животноводства: историческая значимость современных ферм, их взаимоотношений // Rev. forest. fr. – 1995, 47. – № 5. – P. 547-558.

583. Toledo Jote M., Zelgler R. S., Torres F. Использование бедных кислых почв в тропической Америке в устойчивом земледелии // Trop. Agr. Res. Ser. – 1991. – № 24. – P. 133-145.

584. Torguelian E. The concept of agroforestry: lecture notes, second edition // ICRAF. –1990. – 50 p.

585. Traore K., Ganry F., Oliver R. Образование лесного опада и плодородие в катеновом парке с *Vitellaria paradoxa* в южном Мали // Arid. Land Res. and Manag. – 2004. 18. – № 4. – P. 359-368.

586. Trintinalio J., Tormena C. A., R. Silveriode Olivera. Изменение физических и химических свойств деградированной красной латосоли при разных системах ухода за почвой под покровом персиковой пальмы (Bactrisgasipaes) . // Acta Sci. Agron. – 2005. 27. – № 24. – P. 753-759.

587. Tsiouris S., Marshall E. J. P. Наблюдения за особенностями отложения гранулированных удобрений вдоль живых изгородей и их возможным влиянием на состав растительности обочин полей // Ann. Appl. Biot. – 1998. 132. – № 1. – P. 115-127.

588. Uchimura Etsuzo. Роль и эффективное использование азотофиксирующих деревьев в агролесохозяйственных системах // JIRCAS Int. Symp. Ser. – 1994. – № 1. – P. 78-84.

589. Vandenbeldt R., Williams J. The effect of soil surface temperature on the growth of millet in relation to the effect of Faidherbia albida // Agr. and Forest Meteorol. – 1992. 60. – № 1-2. – P. 93-100.

590. Vanlauwe B., Sanginga N., Diels J. Исследования по управлению кислотностью почвы и повышению плодородия почв западно-африканской влажной саваны // Vienna. – 2006. – P. 83-107.

591. Ver Elst P., Pieterse P. J. Качество как фактор влияния на возмож-

ное использования восьми бобовых экзотов в качестве мульчи // J. Plantand Soil. – 2006. – № 4. – P. 237-245.

592. Verinumle J. Развитие агролесоводства в северо-восточной Нигерии // Forest. Ecol. and Manag. – 1991. 45. – № 1-4. – P. 309-317.

593. Verma D. PS. Оценка агролесоводственной практики в штате Гуджарат, Индия // Forest. Ecol. and Manag. – 1991. 45. – № 1-4. – P. 325-335.

594. Von Carlovitz P. G. Multipurpose yield data-their relevance to agroforestry, research and development and the current state knowledge // ICRAF. – 2014. – P. 457.

595. Vudel G., Kurten P. Ertrag, Stickstoffversorgung und Stickstoffentzuge von Sommergerste und Hafer in Abhangigkeit von Winter – und Fruhjahrsnieder-schlagen // Acker Pflanzenbau. – 1969. – P. 130.

596. Wall A., Westmon C. Классификация участков облесенных пахотных земель на основе свойств почв с целью промышленного лесоводства // Can. J. Forest Res. – 2006. 36. – № 6. – P. 1451-1460.

597. Wan Fuxu, Chen Ping. Активность почвенных ферментов в агролесохозяйственных системах на севере правинции Цзянсу // Forest. Stud. China. – 2004. 6. – № 2. – P. 21-36.

598. Углерод, азот и фосфор микробной биомассы в почвенных профилях с различным растительным покровом, созданным для восстановления красной почвы в районе юго-восточного Китая / F. E. Wang [et al.] // Nutrient Cyel. Agroecosyst. – 2004. 98. – № 2. – P. 181-189.

599. Wang Hexin, Fan Gmooru, Liu Qijing.Выращивание женьшеня под пологом леса, ростовые характеристики и выгоды комплексного ведения хозяйства // Natur. Resour. – 1995. – № 4. – P. 62-68.

600. Wang J., Qiu B., Chen J. Анализ характеристик почвенных питательных элементов для устойчивого землепользования в водосборе Доланьге на Лёссовом плато Китая // Cotena. – 2003. 54. – № 1-2. – P. 17-29.

601. Wang Jianlong, Zhu Guoping. Охрана и разведение насаждений *Zelkova schneideriana* на сельскохозяйственной равнине // J. Zhejiang Forest. Sci. and Technol. – 1997. 17. – № 6. – P. 58-60.

602. Wang Shizhong, Gou Hao, Li Shumin. Изучение особенностей формирования агролесоводства на западе Ляопина // Linye kexue. Sci. lilv. sin. – 2003. 39. – № 3. – P. 163-168.

603. Wang Xiao-Yan, Qin Fu-Lai, Wang Li-Hua. Изучение потерь азота и фосфора на экспериментальной площади в Шися // Agr. Res. Arid. Arreas. – 2006. 24. – № 4. – P. 19-24.

604. Wang Yun-Qi, Wang Yu-Jie, Zhu Jin-Zhao. Анализ антиэрозионности лесных почв в типичных лесах горы Цзиньюньшань в районе города Чунцин // Resour. and Envition. Yangtze. Basin. – 2005. – № 14. – P. 775-780.

605. Влияние агропастбищных систем на баланс азота в почве в колонии Игуасу, департамент плато Парана / T. Watanabe [et al.]// JIRCAS Work. Rept. – 2007. – № 51. – P. 73-78.

606. Water V. Агролесные системы и обработка тропических альфисолей. V. Фильтрация, влагоперенос // Agroforestry Syst. – 1989. 8. – № 3. – P. 217-238.

607. Wiezsaum K. F. Forest gardens as an intermediate land-use system in the nature-culture continuum. Characteristics and future potential // Agroforestry. Syst. – 2004. 61. – № 1. – P. 123-134.

608. Wilcke W., Lilienfien J. Накопление элементов в естественных, сельскохозяйственных и лесокультурных экосистемах бразильской саванны // Plantand Soil. – 2004. 258. – № 1. – P. 31-41.

609. William G. S. Лесоводство для развития сельских районов: проблемы стимулирования в Уганде // Int. Union Forest. Res. Organ. Monreal. – 1990. – P. 180-187.

610. Wilson A. A. Агролесомелиоративные насаждения гледичии трехколючковой для подкормки сельскохозяйственных животных // Forest Chron. – 1991. 67. – № 3. – P. 232-235.

611. Woodbury P. B., Heath L. S., Smith J. E. Влияние изменения землепользования на круговорот углерода в лесах на юге США // Environ. Quol. – 2006. 35. – № 4. – P. 1348-1363.

612. Wu Bo, Ci Long-Jun. Временные и пространственные картины ландшафта на песчаных пространствах Му-Ус, Северный Китай // Shengtan xuebau. Acta Ecol. Sin. – 2001. 21. – № 2. – P. 191-196.

613. Wu Daoshen, Wange Yurong, Yang Hancheng. Реконструирование пожароустойчивых защитных полос на несформировавшихся почвах // J. Zhejiang Forest. Sci. and Techol. – 1997. 17. – № 4. – P. 57-60.

614. Wu Jian-Gou, Xu De-Ying. Содержание растворенного органического углерода в почвах при различном сельскохозяйственном использовании в горно-лесной зоне Люпань .// Actaphytoecol. sin. – 2005. 29. – № 6. – P. 945-953.

615. Xie Deti, Wang Shijie, Wei Chaofu. Влияние типов растительного покрова на свойства почв в карстовой зоне Чунцина .// J. Geogr. Sci. – 2006. – № 2. – P. 143-154.

616. Xu Rong, Zhang Yu-Fa, Pan Zhan-bing. Влияние густоты посадки

Caragana latermedia на влажность почвы при восстановлении деградированного луга // Agr. Res. Arid. Areas. – 2004. 22. – № 1. – P. 172-175.

617. Xu Wenyjang, Luo Geping, Chen Xi. Свойства почв под кустарниками на аридной территории в переходном поясе от оазиса к пустыне // Chin. J. Appl. Ecol. – 2006. 17. – № 14. – P. 583-586.

618. Xu Wennian, Wang Ticqiao, Ye Jianjun. Предварительные испытания облесения склонов // Sanxia daxue xuebao ziran kexue ban. J. China Three Gorges Univ. Natur. Sci. – 2001. 23. – № 6. – P. 512-513, 542.

619. Минеральное питание, микроорганизмы и минеральная активность почв на модельном участке облесения в экологических пейзажных лесах Баоаня / Xue Li [et al.] // Forest. Res. – 2002. 15. – № 2. – P. 242-246.

620. Xie Xiano-li, Wang Kai-rong. Поверхностный сток от дождей и его эрозионное воздействие на склоновых землях с красноземами // J. Agro-Environ. Sci. – 2004. 23. – № 5. – P. 839-845.

621. Yadav J. S. P. Агролесоведение как система землепользования в условиях устойчивого земледелия // Agrokemes tolaeit. – 42. № 1-2. – P. 7-15.

622. Yalein H., Aykas E., Eyrenosogly M. Почвозащитное земледелие и почвозащитная обработка почвы // Ege univ ziraat fak derg. – 2003. 40. – № 2. – P. 153-160.

623. Борьба с эрозией при помощи защитных полос из трав / S. Yamamoto [et al.] // Trans 14th Int. Congr. Soil. Sci. Kyoto. – 1990. – P. 378-379.

624. Yin Huaining, Wang Chunyn. Ведение хозяйства на деградированных почвах и устойчивое развитие Северной равнины в провинции Ляонин в Китае // J. Northeast Norm. Univ. – 1998. – № 1. – P. 87-92.

625. Young Anthoniony. Сельскохозяйственные агролесонасаждения как способ ведения устойчивого земледелия // Int. Congr. Soil. Sci. Kyoto. Aug. – 1990. 6. – P. 35.

626. Yuan Xiping, Lei Tingwu. Мероприятия по охране почв и воды и их положительное влияние на ослабление поверхностного стока и смыва почвы // Nongye gongeheng xuebao. Trans. Chin. Soc. Agr. Eng. – 2004. 20. – № 2. – P. 296-300.

627. Перемещение песчаных наносов под действием ветра и использование растительности для контроля ветровой эрозии в долине реки Юндин в районе Пекина / Yue De-Peng [et al.] // Actaecol. sin. – 2006. 26. – № 9. – P. 2948-2956.

628. Yu Xinxiao, Zhang Jianjun, Zhu Jinzhao. Анализ и оценка состояния почвенной влаги защитной лесной экосистемы на лёссовой площади // Linye kexue. Sci Silv. sin. – 1996. 32. – № 4. – P. 289-297.

629. Динамика ценности охраны почвы в процессе восстановления тропической растительности в Сяоляне / Yu Yi-Na [et al.] // Actaecol. sin. – 2007. 27. – № 3. – P. 997-1004.

630. Zaldivar A., Herrera J. A., Capurro L. Засоленность почвы и структура сообщества двух мангровых лесов на Юкатане, юго-восточная Мексика // Int. Ver. Theor. and angew. Limnol. – 2001. 27. – № 3. – P. 1707-1710.

631. Агролесоводство и его использование в мелиорации засоленных почв Восточно-Китайского побережья / Zang Jianfeng [et al.] // Forest. Stud. China. – 2004. 6. – № 2. – P. 27-33.

632. Zayed M. A. Пространственное распределение питательных веществ почвы и растений эфемеров под и вне полога кустарников Artemisiamonosperma (*Asteraceae*) в пустынях Египта // Acta Bot. Hung. – 2000. 42. – № 1-4. – P. 347-353.

633. Zhang Bin, Peng Xin-Hua. Обогащение органическим веществом и стабилизация агрегатов сильно деградированной ультисоли после облесения // Pedosphere. – 2006. 16. – № 6. – P. 599-706.

634. Zhang Hai, Zhang Lixin, Liu Jianghua. Оптимизированные схемы совмещенного выращивания леса и злаков, а также технические способы сохранения полей, расположенных на склоне и созданных на основе сельскохозяйственных земель, на Лёссовом плато // Trans. Chin. Soc. Agr. Eng. – 2006. 21. – № 11. – P. 93-97.

635. Zhang Jianjun, Shimizu Aira. Изучение изменений влажности почвы в лесах при проведении почво- и водоохранных мероприятий в Китае на Лёссовом плато // J. Forest Environ. – 2004. 46. – № 2. – P. 85-92.

636. Zhang Jin-Song, Meng Ping. Имитация экологии водного переноса в агролесомелиорируемой холмистой зоне на горе Тайханг// Acta Ecol. Sin. – 2004. 24. – № 6. – P. 1172-1177.

637. Zhang Yang, Peng Bu-Zhuo, Gao Xiang, Yang Hao. Разрушение почвы эрозией на склонах на юге провинции Цзянсу Китай // J. Agro-Environ. Sci. – 2005. 24. – № 1. – P. 113-117.

638. Zhang Zhang Zhaohut. Изучение влияния агролесоводственной системы куннингамии ланцетной и *Coix lacryma-jobi* на плодородие почв // J. Goujian Coll. forest. – 1999. 19. – № 1. – P. 84-86.

639. Zhang Lu-Gin, Zhang Ming-Kui. Изменения в пуле органического углерода, азота и фосфора в красной почве при трансформации сельскохозяйственных земель в лесные угодья // J. Zhejiang Forest. Coll. – 2006. 23. – № 1. – P. 75-79.

640. Изучение связи между модулем водной эрозии и факторами поверхностности земли в провинции Цзилинь / Zhong Qi-Chang [et al.] // Actaecol. sin. – 2005.25. – № 8. – P. 1960-1965.

641. Zheng Pen-Li Влияние изменений растительного покрова на эрозию почвы на Лёссовом плато // Pedosphere. – 2006. 15. – № 4. – P. 420-427.

642. Биологические свойства при различных моделях реконструкции экосистем в холмистом регионе с красноземными почвами / Zheng Shi-Zhang [et al.] // Actaagr. univ. Jiangxiensis. – 2004. 26. – № 5. – P. 792-797.

643. Zhang Yuan-Dong, Liu Shi-Rong, Ma Jiang-Ming. Водоудерживающая способность растительного покрова и почвы в зоне альпийских и субальпийских кустарников на западе провинции Сычуань // Actaecol. sin. – 2006. 26. – № 9. – P.2775-2782.

644. Zheng Yu-Shang, Shangguan Zhou-Ping. Изучение повышения почвенного плодородия под гибридной плантацией *Eucalyptus qrandis* × *E. urophylla* на прибрежных холмах// J. Fujian Coll. Forest. – 2001. 21. – № 4. – P. 312-315.

645. Zhou Zheng-Chao, Shangguan Zhou-Ping. Сопротивление почвы размыву при растительности во вторичном лесу Циупин // Actaecol. sin. – 2006. 26. – № 10. – P. 3270-3275.

646. Рост и репродукция и их взаимосвязи с влажностью почвы в искусственной популяции *Artemisia sphaerocephala* различной плотности в пустыне Алкса / Zhou Zhi-Yu [et al.] // Acta Ecol. Sin. – 2004. 24. – № 5. – P. 895-899.

647. Zhou Zhiyond, Sun Osbert J., Huang Jianhui. Lingh Soul carbon and nitrogen stores and storage pote agropastoral ecotone of northern China // Biogeochemistry. – 2007. 82. – № 2. – P. 127-138.

648. Перемещение фосфора и его размещение в системе выращивания сои в междурядьях цитрусовых / Zhou Wei-Jun [et al.] // Pedosphere. – 2006. – № 4. – P. 435-443.

649. Zobisch M. A. Податливость эрозии и потери почв пастбищ в некоторых семиаридных и субгумидных районах Восточной Кении // Soil and Water Conserv. – 1993. 48. – № 5. – P. 445-448.

650. Zombre Prosper N. Изменение биологической активности обнаженных почв (zipella) в субсихельской зоне Буркина-Фасо и влияние приема "zai" // Biotechnol. agr. soc. et. environ., 2006. 10. – № 2. – P. 139-148.

651. Environmental stratification to model climate change impacts on biodiversity and rubber production in Xishuangbanna, Yunnan, China / R. Y. Zomer [et al.] // Biological Conservation. – 2014. – № 170. – P. 264-273.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение..... 3
1. Лесной фонд России и его использование в агролесоодстве..... 5
1.1. Леса северной и средней тайги..... 5
1.2. Леса южной тайги и смешанных лесов ЕЧ РФ……. 8
1.3. Леса северо-запада ЕЧ РФ..... 9
1.4. Леса центра ЕЧ РФ..... 10
1.5. Леса северо-востока ЕЧ РФ..... 11
1.6. Леса востока ЕЧ РФ..... 12
1.7. Леса южной тайги и смешанных лесов юга Нечерноземья…. 12
1.8. Леса Среднего Поволжья..... 14
1.9. Леса юга ЕЧ РФ..... 14
1.10. Леса ЦЧР ЕЧ РФ..... 15
1.11. Леса юго-востока ЕЧ РФ..... 16
1.12. Леса Северного Кавказа..... 17
1.13. Леса Горного Крыма..... 17
1.14. Леса Предуралья..... 18
1.15. Леса Урала..... 19
1.16. Леса Западной Сибири..... 20
1.17. Леса Красноярского Края..... 20
1.18. Леса Прибайкалья..... 22
1.19. Леса Республики Якутия..... 23
1.20. Леса Амурской области..... 24
1.21. Леса Хабаровского края..... 24
1.22. Леса Приморского края..... 25
1.23. Леса Сахалинской области и Курильских островов……. 26
1.24. Леса Магаданской области..... 27
1.25. Леса Камчатской области..... 27
2. Агролесомелиорация и агролесоводство в степных и лесных зонах России……. 29
3. Агролесоводство в умеренных, субтропических и тропических зонах..... 52
3.1. Облесение и лесоводство на лесных землях……. 52
3.2. Агроводство на лесных и облесенных землях…….. 65
3.3. Агролесоводство на пастбищных землях..... 81
3.4. Агролесоводство на эродированных и дефлированных землях 93
3.5. Агролесоводство на опустыненных землях…….. 125
4. Экологические функции агролесоводства..... 135
4.1. Плодородие почв..... 135

4.2. Водообеспеченность почв и растений..... 180
4.3. Питательный режим и биологическая активность почв…….. 186
4.4. Побочное лесоиспользование..... 193
4.5. Рекреационный потенциал..... 197
5. Аккумуляция С и секвестрация CO_2 в агролесоводстве…….. 201
Предложения производству и науке агролесоводству…….. 213
Заключение……..…….....… 215
Литература..……..……... 216

Кретинин Вениамин Михайлович

АГРОЛЕСОВОДСТВО

МОНОГРАФИЯ

Текст представлен в авторской редакции
Компьютерная верстка В. Г. Гирявенко
Ответственный за выпуск В. С. Млечко

Подписано в печать 29.11.2021
Формат 60×84 1/16
Объем 12,65 уч.-изд. л. Заказ 7
Тираж 500 (первый завод 100)

400062, Волгоград, Университетский проспект, 97.
Копировально-множительный сектор ФНЦ агроэкологии РАН