

ВСЕСОЮЗНАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА

Всесоюзный научно-исследовательский институт
агролесомелиорации

АГРО· ЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Под редакцией академика ВАСХНИЛ
Е. С. Павловского



Москва ВО · Агропромиздат · 1991

Редактор В. А. Бudyko

Агролесомелиорация и плодородие почв / Е. С. Павловский, Ю. И. Васильев, К. И. Зайченко и др.; Под ред. Е. С. Павловского. — М.: Агропромиздат, 1991 — 288 с. — (ВАСХНИЛ). — ISBN 5-10-002359-7

В монографии обобщены многолетние исследования авторов и коллектива Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации (ВНИАЛМИ) по научному и производственному анализу повышения плодородия почв и продуктивности земель агролесомелиоративными средствами. Освещены общие вопросы современной теории агролесомелиорации, а также организации сельскохозяйственных ландшафтов с использованием различных видов защитных лесонасаждений в основных земледельческих районах нашей страны. Рассмотрено влияние лесонасаждений на почвообразовательный процесс, накопление органического вещества в почвах, охрана и воспроизводство почвенных и водных ресурсов в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства.

Для научных работников сельского и лесного хозяйства, специалистов в области почвоведения, земледелия, агролесомелиорации.

Табл. — 87. Ил. — 41. Библиогр. — 42 назв.

Agroforest amelioration and soil fertility. / Ye. S. Pavlovsky, Yu. I. Vasilyev, K. I. Zaychenko, and others.; Edited by Ye. S. Pavlovsky. — Moscow: Agropromizdat, 1991 — 288 p. — (VASKHNIL). — ISBN 5-10-002359-7

In the monograph are generalized the researches of many years of the authors and the collective body of the All — Union Research Institute of Agroforest Amelioration (VNIALMI) dealing with the scientific and industrial analysis of increase in soil fertility and land productivity by agroforest ameliorative means. Are elucidated the problems of modern theory of agroforest amelioration and planning of rural landscapes with the use of shelterbelts of different types in the main agricultural zones of our country. Is considered the influence of shelterbelts upon soil formation, organic matter accumulation in soil, soil and water conservation and rehabilitation under the condition of agricultural intensification.

Is intended for the workers of agriculture and forestry, and specialists of pedology, farming, and agroforest amelioration.

Tables — 87. Illustrations — 41. Bibliography — 42 ref.

3901040000-286
A ————— 116-91
035(01)-91

ISBN 5-10-002359-7

© Е. С. Павловский, Ю. И. Васильев, К. И. Зайченко,
И. Г. Зыков, Н. С. Зюзь, В. М. Кретинин, М. М. Лазарев,
Г. Я. Матис, В. И. Петров, А. М. Степанов, 1991

Эту книгу подготовил авторский коллектив ученых Всесоюзного НИИ агролесомелиорации к 100-летию юбилею организации и начала работ Особой экспедиции по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России под руководством проф. В. В. Докучаева. Имя этого выдающегося естествоиспытателя связано с созданием науки о генетическом почвоведении, учением о географических зонах, разработкой комплексных мер по борьбе с засухой. Агролесомелиораторы считают В. В. Докучаева первым теоретиком защитного лесоразведения, научные основы которого были им блестяще разработаны в его классическом труде "Наши степи прежде и теперь". В работе, опубликованной после крупной засухи 1891 г., В. В. Докучаев высказал ряд предложений об организации сельского хозяйства России на основе осуществления комплексных мер борьбы с засухой, эрозией почвы, обмелением рек, в числе которых было искусственное лесоразведение в степях и регулирование их водного режима. Одновременно предлагались меры по улучшению организации научных исследований и обучения специалистов.

22 мая 1892 г. В. В. Докучаев выступает на специальном совещании в Лесном департаменте министерства государственных имуществ с аналогичными предложениями, которые нашли отклик у многих специалистов и сельских хозяев, а некоторые земства ходатайствовали, чтобы быстрее начать осуществление этих предложений. Однако из-за недостатка опыта массовое производство обводнительных и облесительных работ, укрепление оврагов и др. было признано нецелесообразным. Вместе с тем на указанном совещании было принято решение об организации под руководством В. В. Докучаева Особой экспедиции по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России. В состав экспедиции входили различные специалисты: почвоведы, геологи, метеорологи, ботаники, гидротехники, агрономы, лесоводы. В их числе были известные по тому времени профессора В. Н. Дейч и Н. М. Сибирцев, другие работники, многие из которых стали потом выдающимися учеными: Г. Н. Высоцкий, П. А. Земятченский, К. Д. Глинка, Г. И. Танфильев, Н. П. Адамов, П. В. Отоцкий, А. А. Силантьев и др.

Работа Особой экспедиции под руководством В. В. Докучаева являет собой непревзойденный образец организации комплексных исследований природы, отличается особой тщательностью разработки программных и проектных материалов, скрупулезной фиксации всех деталей, привязки локальных объектов исследований, организации регулярных наблюдений, анализа получаемых данных. Это образец

дружной целенаправленной совместной работы. Все материалы публиковались в трудах экспедиции. Руководствуясь ими, можно и сегодня, спустя сто лет, обнаружить все, даже мелкие, опытные объекты, места взятия почвенных разрезов, профилей, стационарных наблюдений за водным режимом, исходную структуру защитных лесонасаждений и т. п.

Упомянутое совещание предложило выбрать в степных местностях России несколько казенных участков, на которых начать осуществление предложенных В. В. Докучаевым мероприятий. Три таких участка были подобраны Особой экспедицией в том же году: первый — на водоразделе Волга-Дон (Каменно-степной участок в Воронежской губернии), второй — на водоразделе Дон-Донец в Старобельском уезде Харьковской губернии и третий — на водоразделе Донец-Днепр в Мариупольском уезде Екатеринославской губернии. Рядом с третьим участком еще в 1843–1860 гг. в степи был заложен искусственный Велико-Анадольский лес — лаборатория технологии степного лесоразведения.

На выбранных участках вначале было проведено детальное изучение и картографирование местных условий рельефа, почв, климата, гидрологии, а затем разработаны общие для всей экспедиции программы осуществления практических работ и организации научных исследований.

Импульс докучаевской экспедиции оказался настолько мощным, а опыт многообещающим, что исследования на этих объектах продолжают и поныне. Больше всего повезло в этом отношении Каменно-степному участку, где практически без перерыва ведутся наблюдения за преобразованной степью уже в течение ста лет, обогащаясь новыми техническими средствами, разветвляясь на новые направления, охватывая все новые сферы в науках о природопользовании. Вносят свой вклад и оба других участка — Мариупольский и Старобельский, хотя прокатившиеся по ним войны разрывали цепь наблюдений, местами уничтожили или расстроили опытные объекты.

Защитное лесоразведение в СССР обогатилось новыми научными разработками и практическим опытом передового сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства, оно приняло разнообразные формы и нашло применение во многих отраслях народного хозяйства.

Многофункциональное значение защитных лесонасаждений широко используется в различных целях как в чистом виде, так и в сочетании с другими техническими и биологическими мероприятиями. Ведущая роль защитных лесонасаждений заключается в стабильном воздействии на ландшафт путем изменения энергетики агроклиматических ресурсов, повышении плодородия почв, улучшении гидрологического режима, оздоровлении среды обитания и работы человека.

Книга посвящена научному и производственному анализу повышения почвенного плодородия и продуктивности земель агролесомелиоративными средствами. В ней освещаются общие вопросы современной теории агролесомелиорации и организации сельскохозяйственных ландшафтов с использованием различных видов защитных лесонасаждений в основных земледельческих районах страны, рассматриваются ресурсы и продуктивность лесоаграрных ландшафтов, влияние насаждений на почвообразовательный процесс, круговорот и баланс питательных элементов, накопление органического вещества в почвах под насаждениями и на полях, защищаемых ими, охрана и воспроизводство почвенных и водных ресурсов в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства. Затрагиваются также современные проблемы полезащитного лесоразведения, организации лесомелиоративной защиты эродлируемых земель, освоения песчаных угодий и мелиорации аридных пастбищ, повышения их продуктивности с помощью древесно-кустарниковой растительности.

Авторский коллектив: академик ВАСХНИЛ Е. С. Павловский (введение, гл. 1, 2, 9, 11), профессора Г. Я. Маттис (гл. 10, 11), А. М. Степанов (гл. 3), И. Г. Зыков (гл. 6), доктор с.-х. наук В. И. Петров (гл. 8), кандидаты наук Ю. И. Васильев (гл. 4), К. И. Зайченко (гл. 7), Н. С. Зюзь (гл. 8), В. М. Кретинин (гл. 5), М. М. Лазарев (гл. 2).

Встречающиеся в этой книге названия республик, краев, областей, районов, городов нашей страны даны по состоянию на конец 1990 г.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ

1.1. СТРАТЕГИЯ ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ

Истоки защитного лесоразведения как специального приема мелиорации среды и биологической защиты объектов теряются в отдаленном прошлом. В разных странах мира наряду с истреблением естественных лесов шел процесс искусственного расселения деревьев и кустарников. Он сопутствовал обустройству жилищ, благоустройству населенных пунктов, строительству дорог, восстановлению вырубок и т. п.

Защитное лесоразведение основывается на использовании полезных функций, выполняемых лесонасаждениями для решения конкретных задач мелиорации земель или защиты объектов. Издавна известно, что, помимо обеспечения общества древесиной, леса способствуют сохранению и накоплению воды, уменьшению поверхностного стока, укреплению грунтов; они защищают берега рек от размывов, создают внутри и около себя особый микроклимат и т. д. Многие из этих свойств были использованы при закреплении подвижных песков, защите горных склонов от размывов, оползней, селевых потоков. Широкое распространение в прошлом получили водоохранные насаждения. С развитием сети железных, а затем и шоссейных дорог вдоль них создавались лесопосадки для защиты путей от снежных заносов и отложений пыли, с развитием орошения возникали лесополосы на поливных землях против суховеев, в горнодобывающей промышленности получили распространение насаждения на рекультивируемых землях (отвалах, карьерах и др.).

Еще в петровские времена Иван Посошков писал: "... а как степь гораздо гола, и леса удалены, то тамошние жители всякий бы в своей деревне занял десятин десяток-другой, и вспахал бы, осенью наметал бы семян лесного, березового и липового, и кленового, и вязового, и орехов спелых сырых... И тако бы всяк у своей деревни устроил, то бы лесом и орехами все довольны были, хотя сперва и скудно покажется завести, а после самим полюбится".¹

В XVIII в. леса на сельскохозяйственных землях рассматривались только как источник поделочной древесины и дров на топливо. В популярных работах А. Т. Болотова, относящихся ко второй половине этого века, даны обстоятельные рекомендации для сельских хозяев, как выращивать лес. Но нет еще указаний на его полезную для сельского хозяйства роль. Более того, лес считается антагонистом пашни, так как приносит ей вред и тем, что занимает площадь, и тем, что оказывает непосредственное отрицательное воздействие на полевые культуры.

¹ Посошков И. Т. Книга о скудости и богатстве. — М.: Госсоцэкгиз, 1937. — С. 76.

А. Т. Болотов считал, что "... самую добрую землю под лес употреблять здравому рассудку противно и всеобщей пользе предосудительно".¹ Здесь речь идет о лесе как источнике древесины. Вместе с тем он ратовал за увеличение общей лесистости территории путем облесения таких мест, "... которые под хлебопашество не годятся, как, например, косогоры, бугры, песчаные и все прочие такие места, которых ни в пашню обратить, ни травы с них для сенокоса доброй надеяться невозможно".²

И здесь же, кажется, впервые в русской литературе, встречается упоминание о древесной защите полей в виде живых изгородей: "... можно из ольхи с пользой живые ограды около полей делать, а особливо буде земля несколько сыровата. Скот листа ольхового не ест, следовательно, и повредить не может".³ В другом месте А. Т. Болотов, говоря о пользе и недостатках дуба, допускал посадку его на полях как долговечную и устойчивую породу, способную к 30–50 годам дать ценные деловые сортименты. А чтобы он не занимал много места и "особо не заглушал много хлеба", предлагает сажать его густыми группами (кустами), располагая их редко, "чтоб по несколько деревьев приходилось стоять вместе близко друг от друга", а также обрезать ветки ("подщипать до самого верха").

Из трудов А. Т. Болотова не видно, чтобы он придавал значение лесонасаждениям как фактору мелиоративному. Положительное влияние леса на урожай сельскохозяйственных культур еще не было замечено. Но эти записки были, безусловно, полезными для развития агролесомелиоративной мысли в России. Возможно, именно они натолкнули И. Я. Ломиковского на организацию своего "древопольного хозяйства", которое он начал создавать с 1809 г. на Украине.

Этот совершенно удивительный по тем временам эксперимент — до сих пор непревзойденный пример комплексного ландшафтно-мелиоративного освоения сельскохозяйственной территории. Он положил начало развитию агролесомелиорации как защитного лесоразведения на сельскохозяйственных землях, основанного на применении разных видов насаждений в зависимости от особенностей рельефа, почв, гидрологии, с учетом характера хозяйственного использования земель.

Вспомним: "Непроходимые болота осушены и обсажены рощами, в одних местах заведены леса тенистые, в других открыты светлые долины и пастбища. Нагорные места, крутизны, пологие скаты, равнины и вершины, смотря по приличию и выгодам, украшены садами и рощами, купами и одиночными деревьями. Дороги обсажены разнообразными и отчасти плодовыми деревьями и кустарниками. Наконец,

¹Болотов А. Т. Избр. соч. по агрономии, плодоводству, лесоводству, ботанике. — М.: Изд-во Моск. общ. испыт. природы, 1952. — С. 312–321.

²Там же. — С. 319.

³Болотов А. Т. Избр. соч. по агрономии, плодоводству, лесоводству, ботанике. — М.: Изд-во Моск. общ. испыт. природы, 1952. — С. 314.

площадки, обширные долины, сенокосные пажити, пахотные нивы и межи обсажены высокоствольными деревьями, кустами и зелеными оградами... Когда же на многих отдельных местах высокоствольные деревья значительно заматерели и роскошно разветвились, то и водворилось здесь древопольное хозяйство. Оно преимущественно полезно как само по себе, так и в отношении тех много полезных влияний, кои в сельском хозяйстве получают, как последствия древоводства"¹.

Предложения об использовании деревьев для улучшения полеводства встречаются и у В. Каразина²: "Теперь не тайна, что леса и даже отдельно во множестве на полях растущие деревья имеют сильное влияние на температуру и благорастворение воздуха... Мы истребили и продолжаем истреблять прекрасные леса наши, защищавшие нас от бурь, а особливо от северных и восточных холодных и сухих ветров, привлекавшие дождевые облака, которые большей частью бесполезно проносятся над открытыми степями..."

В. Каразин предлагает прежде всего засаживать балки в безлесных местах, выбирая для этого склоны и берега северных и западных экспозиций, где надежнее закрепляются сеянцы. Затем "переносить лесопосадки... на прилегающие степи вначале хотя бы в виде межевых признаков, потом разделение пашень и сенокосов, наконец, и в расстоянии 20 саженей друг от друга, так чтобы по 6 и до 10 деревьев украшали каждую десятину... От этого дожди непременно должны быть своевременные на полях, а с сим вместе драгоценное природоу установленное удобрение их древесным листом, которое, верьте, превосходит всякое другое".

Эта наивная вера в могущественную роль деревьев содержала зачатки знаний о гидроклиматическом влиянии лесонасаждений на защищаемую территорию, их размещении и последовательности создания. Незадолго до этого в России вышла книга И. Я. Ломиковского "Древопольное хозяйство в селе Трудолюб" (1837). Интерес к степному лесоразведению возрастает, обсуждаются как общие вопросы роли и места естественных и искусственных лесов в народном хозяйстве, так и конкретные технологические приемы создания новых насаждений.

Во второй половине XIX в. отмена крепостного права и развитие капитализма в России еще больше способствовали истреблению естественных лесов, распашке новых земель до невиданных ранее размеров; вместе с этим стали учащаться засухи, развиваться водная эрозия и дефляция почв. Оскудение зеленого покрова земли стало непосредственно влиять на продуктивность сельского хозяйства. Все большее число специалистов начинает задумываться над судьбами отечественного земледелия, искать пути его улучшения. Среди предложений находят место как частные рекомендации, так и более широкие, затрагивающие общие вопросы рационализации природопользования.

¹ Ломиковский И. Я. Древопольное хозяйство в селе Трудолюб. — Спб., 1837.

² Сборник статей о сельском хозяйстве юга России. — Одесса, 1868. — С. 679—681.

В середине XIX в. В. П. Скаржинский пришел к выводу о необходимости государственного подхода к благоустройству степей: "В видах улучшения климата, т. е. в видах удержания холодных и жгучих ветров и умножения дождей достаточно засадить лесом только известные полосы, — и наш климат действительно много выиграет, а с ним и наше полеводство".¹ По его мнению, полосы леса должны быть посажены по всем значительным возвышенностям между реками и балками перпендикулярно к берегу моря, а также через 20–30 верст поперек, чтобы получились огромные квадраты, покрывающие всю площадь степей. Одновременно необходимо создавать лесные массивы в балках для сохранения искусственно устраиваемых в них водохранилищ и образования ключей. Считалось, что одних этих мер будет достаточно для защиты территории от засухи и суховеев.

Трудами В. П. Скаржинского в первой половине XIX в. было создано около 400 га леса. Беспokoясь о судьбах наших степей, он экономически обосновывает свои предложения, считая, что земледельцы могут получать высокий процент дохода на затраченный капитал: "... и я, умирая, останусь при том убеждении, что лес на юге России — чистое золото".

Так зарождались идеи агролесомелиорации в практических работах лесоводов и агрономов, в недрах степного лесоразведения, первоначально возникшего с целью получения хозяйственно ценной древесины. Во второй половине XIX в. все более настойчиво утверждается идея об использовании лесных насаждений в сельском хозяйстве, опираясь на возросшее число примеров положительного влияния леса на урожай. Так, в Моховом Тульской губернии на участках, непригодных для сельскохозяйственного использования (овраги, бугры, обочины дорог), отец и сын Шатиловы за период 1821–1891 гг. создали более 400 га лесных насаждений. Начав с обычных посадок леса, они стали замечать, что около них хлеба растут лучше, а урожаи менее подвержены резким колебаниям по годам, и с 80-х годов перешли на посадку лесных полос на полях.

В 70–80 гг. в Каменоватке Херсонской губернии А. А. де Карриер впервые начал посадку лесных полос на полях с целью создания благоприятных условий для роста и созревания хлебов, заняв насаждениями 7 % полевых угодий. Ширина полос составляла 30–40 м, расстояние между ними 200–400 м, площадь полей 25–26 га.

В 1886 г. начались посадки лесных полос в имении Хуторок на Кубани. Ширина полос 16 м, расстояние между ними 500–1000 м, они занимали 2,5 % пашни. В эти же годы создавали лесные полосы в Саратовской губернии в имении графа Раевского (Росташи).

Стихийная агролесомелиорация к концу XIX в. заметно шагнула вперед. И хотя практика опережала теорию, научные основы защиты сельскохозяйственных земель лесом еще предстояло разрабатывать.

¹ Сборник статей о сельском хозяйстве юга России. — Одесса, 1868. — С. 773–783.

Потребовался могучий талант В. В. Докучаева, чтобы на основе разрозненных опытов и отдельных материалов о роли леса в сельском хозяйстве создать стройную теорию рационального землепользования, борьбы с засухой, эрозией почвы и другими неблагоприятными проявлениями климата в целях подъема отечественного земледелия.

Год 1891 в истории России памятен жестокой засухой, обернувшейся для государства крупным недобором урожая, а для тысяч крестьян — страшным голодом. В 1892 г. в книге "Наши степи прежде и теперь" В. В. Докучаев впервые научно обосновал необходимость системы комплексных мероприятий по оздоровлению "земледельческого организма" России. Основу ее составляло регулирование водного режима территории, больших и малых рек, водного хозяйства в открытых степях, на водоразделах путем заложения систем прудов по естественным ложбинам и "блюдцам", посадки живых изгородей для задержания стока, подачи артезианских вод и устройства колодцев, создания прудов в верховьях оврагов и балок и др. В связи с этим большое внимание уделялось созданию искусственных лесонасаждений и выработке оптимальных нормативов соотношения основных видов угодий (пашни, лесов, лугов), а также определению наиболее рациональных приемов земледелия и растениеводства с учетом местных почвенно-климатических условий.

В общем проекте работ Особой экспедиции по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России сформулированы научные основы агролесомелиорации как защитного лесоразведения на сельскохозяйственных землях во всем его многообразии применительно к местным природным условиям и задачам стабильного высокопродуктивного земледелия. Именно в работах В. В. Докучаева и руководимой им экспедиции защитное лесоразведение стало неотъемлемой составной частью благоустройства степей. В них была обоснована взаимообусловленность всех компонентов этого комплекса, впервые сформулированы научные основы преобразования открытых степных ландшафтов в культурные лесоаграрные, выявлена роль древесной и кустарниковой растительности, т. е. сформулированы основы ландшафтной агролесомелиорации.

Эти основы включают следующие положения.

1. Насаждения леса в степи — по водоразделам, перевалам, наиболее открытым пространствам в виде лент и полос разной ширины из разнообразных пород деревьев и кустарников для защиты посевов сельскохозяйственных культур от сильных ветров, засухи, суховеев, уменьшения испарения почвенной влаги, более правильного распределения снежного покрова и, наоборот, "накопления в желаемых местах снежных масс как магазинов влаги",¹ поднятия уровня грунтовых вод, повышения влажности воздуха и почвы, уменьшения колебания температуры и влажности воздуха и почвы.

¹ Здесь и далее все цитаты взяты из трудов В. В. Докучаева (Соч. — М.— Л.: АН СССР, 1951. — Т. 6).

II. Насаждения леса в местах, малопригодных или вовсе непригодных по качеству грунта или положению для иного хозяйственного использования: на песках, легких супесях, в каменистых, рухляковых и солончаковых местах, для чего подбираются соответствующие данным лесорастительным условиям деревья и кустарники, разрабатывается технология создания таких насаждений.

III. Насаждения в сухих и обводненных балках с учетом качества грунтов, возможности повреждения посадок заморозками, замокания и других обстоятельств.

IV. Закрепление еще развивающихся, преимущественно меловых оврагов и обнаженных берегов рек разными способами. "Само собой разумеется, что работы по креплению оврагов и крутых береговых склонов обязательно должны быть связаны с прекращением распахи-вания их и пастбы на них скота в видах сохранения естественных дернин и кустарниковых зарослей" (с. 152).

V. Посадка в степях фруктовых деревьев и кустарников, а также пород, имеющих промышленное значение. В. В. Докучаев писал: "Целесообразность соединения степного лесоразведения с садоводством едва ли подлежит сомнению" (с. 153). Он рекомендовал вводить фруктовые породы (грушу, вишню и др.) в состав лесных опушек и живых изгородей. Некоторые снегосборные посадки, по его мнению, могут целиком состоять из плодовых деревьев. А кроме того, надлежит использовать отлогие склоны, иловатые почвы низин, орошаемые площади под разбивку садов из яблони, груши, сливы, вишни под защитой лесных посадок.

В проекте работ Особой экспедиции обосновываются следующие мероприятия: устройство прудов на местном стоке для орошения неподалеку расположенных сельскохозяйственных культур, поднятия уровня грунтовых и колодезных вод, уменьшения разрушительной силы водных потоков весной и летних ливней; регулирование рек и речек; лиманный способ орошения; правильное орошение; задержание, сбережение и регулирование поверхностных снеговых и дождевых вод механическими и агротехническими приемами; залужение приовражных участков и западин в верховьях оврагов и, наконец, организация опытных полей для "учета того влияния, которое оказывают на земледельческое хозяйство степей защитные и влагоудерживающие лесонасаждения, искусственные водохранилища и пр." (с. 157).

Таким образом, сравнительные исследования на опытных полях, по мнению В. В. Докучаева, не должны осуществляться раньше, чем будут выполнены запланированные мелиоративные работы по водному и лесному хозяйствам. Это свидетельствует о том, какое важное значение придавалось изначальному преобразованию степного безлесного ландшафта в благоустроенный, облесенный и обводненный ландшафт, в котором были бы созданы благоприятные условия для устойчивого сельскохозяйственного производства.

Программа В. В. Докучаева осуществлялась на трех опытных участках экспедиции до 1898 г., после чего здесь были организованы

опытные лесничества. На Старобельском (Деркульском) участке уже в 20-е годы XX в. после очередного лесостроительства все межполосные пространства засадили лесом. Лишь несколько клеток оставили под посев сельскохозяйственных культур. На Мариупольском участке рядом с Велико-Анадольским искусственным лесом система была заложена на небольшой площади 530 га, где посажены лесные полосы и укреплены овраги. Впоследствии часть межполосных пространств заняли лесным питомником, дендрарием и лесными культурами (260 га). Лишь на небольших клетках возделываются сельскохозяйственные культуры (пашни – 152 га). Наиболее полно комплексные работы по созданию новых благоустроенных агроландшафтов ведутся на Каменно-степном участке, где с 1911 г. была организована сельскохозяйственная опытная станция им. В. В. Докучаева, а 35 лет спустя – научно-исследовательский институт. Этот ландшафт до сих пор служит фундаментальным объектом научной агролесомелиорации.

Теория защитного лесоразведения на сельскохозяйственных землях со времен работ Докучаевской экспедиции получила значительное развитие, обогатилась новыми направлениями. С другой стороны, некоторые позиции Особой экспедиции претерпели изменения, так же как и методы оценки мелиоративного воздействия лесонасаждений на окружающую среду и представления об эффективности и потенциальных возможностях агролесомелиорации. За это время в стране произошли значительные изменения в сельском хозяйстве. Развитие науки и техники вызвало к жизни ряд систем земледелия, каждая из которых в свое время объявлялась научно обоснованной и единственно верной. Растущие потребности общества в продуктах питания и сырье для промышленности обуславливают необходимость постоянного наращивания их валового производства. Вместе с тем сельскохозяйственные земли уже распаханы до такой степени, что почти не осталось нетронутых участков.

Эрозией охвачено 475 млн га сельскохозяйственных угодий, из них 177 млн га пашни. Площадь оврагов составляет около 15 млн га, суммарная их протяженность превысила 1 млн км и ежегодно возрастает на 25–26 тыс. км. В реки и водоемы ежегодно смывается до 1,5 млрд т продуктов разрушения почвы. Периодически наблюдаются катастрофические пыльные бури. В 1984 г. они охватили 7,4 млн га пашни и огромные площади пастбищ, почвы потеряли почти 3 млрд т плодородного мелкозема.

Такое положение с землей вызывает необходимость привлечения всех доступных мероприятий по защите ее от эрозии, улучшению гидроклиматического режима сельскохозяйственных территорий, восстановлению утрачиваемого плодородия обрабатываемых почв, повышению продуктивности растениеводства и животноводства. Одностороннее увлечение каким-то одним мероприятием в ущерб другим или игнорирование других элементов комплекса природопользования никогда не давало в конечном итоге положительных

результатов, о чем свидетельствует как мировой, так и отечественный опыт.

В числе почвозащитных и агролесомелиоративных мероприятий значительная роль принадлежит агролесомелиорации как средству стабильной организации территории и долговременного воздействия на факторы агросреды. Вместе с тем мероприятия по защитному лесоразведению по своей сути являются экологическими и влияют не только на отрасль сельскохозяйственного производства, но и на экологическое благоустройство крупных территорий, используемых различными отраслями народного хозяйства. Поэтому защитное лесоразведение (а вместе с ним и агролесомелиорация) входит в арсенал экологической стратегии государства. Оно должно планироваться, неукоснительно выполняться и строго контролироваться государством.

Многофункциональность защитных лесонасаждений и вытекающее отсюда общегосударственное значение их независимо от отрасли применения и места расположения — это одно из важнейших теоретических положений защитного лесоразведения. В ряде отраслей общественного производства (в лесном и водном хозяйствах, на железнодорожном транспорте, в горнодобывающей промышленности), при создании санитарных зон вокруг промышленных предприятий, в коммунальном хозяйстве и др. защитное лесоразведение планируется, финансируется и осуществляется государством. Однако в сельском хозяйстве существует практика планирования и осуществления агролесомелиоративных мероприятий лишь как составной части противоэрозионных. При этом объемы этих работ часто определяются волевым порядком.

Главным теоретическим положением докучаевской агролесомелиорации было и остается ее органическое участие в комплексе разнообразных природоохранных мероприятий. Только в этом случае эффективность защитного лесоразведения на сельскохозяйственных землях бывает наиболее высокой, равно как и эффективность других мероприятий под защитой лесонасаждений. По очередности освоения создание лесонасаждений и упорядочение водного хозяйства территории стоит на первом месте, поскольку для приживаемости и роста лесопосадок требуется некоторое "запасное" время. Но все части комплекса являются одинаково важными для рационального природопользования.

В практике же часто наблюдается несогласованное планирование и неполное осуществление мелиоративных мероприятий. По данным Госкомприроды СССР (1989 г.), агротехнические противоэрозионные мероприятия выполняются лишь на пятой части площади, нуждающейся в них. Даже простая обработка почвы поперек склонов проводится лишь на 18 % площади. Из противоэрозионных гидротехнических мероприятий преимущество было отдано строительству прудов и капиталоемких железобетонных сооружений, массовое же строитель-

ство простых, дешевых и эффективных противозерозионных устройств на склонах, обеспечивающих зарегулирование стока и закрепление оврагов, до сих пор не организовано. Почти не применяется залужение земель присетьевого фонда, организационно-хозяйственные и лесомелиоративные мероприятия рассредоточиваются по разным хозяйствам в малых объемах. Именно поэтому, несмотря на благополучные отчеты о внедрении почвозащитных мероприятий, процессы разрушения и обеднения почв, аридизации, роста овражной сети не уменьшаются, а растут, плодородие почв падает.

Объемы агролесомелиорации в стране за последние пятилетки уменьшились. По тем же данным Госкомприроды СССР, в IX пятилетке ежегодно создавалось 270 тыс. га насаждений на сельскохозяйственных землях, в X – 188,4 тыс., а в XI и за первые три года XII пятилетки – по 150 тыс. га. Особенно сильно за последние три пятилетки сократились объемы полезащитного лесоразведения: 100 тыс. га, 68 тыс. и 35 тыс. га соответственно.

Между тем понимание государственной важности защитного лесоразведения появилось еще в прошлом веке. В. П. Скаржинский пишет (1859 г.) о покрытии степи лентами лесных полос как об общегосударственном мероприятии, сетуя на то, что в его время этого нельзя было сделать из-за частной собственности на землю, при которой интересы личной выгоды ставятся выше государственных.

В. В. Докучаев считал, что для оздоровления "земледельческого организма" России необходимо осуществление ряда масштабных мероприятий – цельных системных и последовательных, как сама природа, направленных не только на устранение современных негативных явлений, но прежде всего на устранение или ослабление причин, подрывающих земледелие, иссушающих почвы и грунтовые воды, вызывающих эрозию и обмеление рек. В научном обосновании мероприятий по облесению и обводнению степей содержится прямое предупреждение: преувеличивать легкость осуществления этих мероприятий, "тесно связанных с массой разнообразнейших естественно-исторических и хозяйственно-экономических условий, – нельзя и опасно в интересах дела, в интересах государства" (с. 92).

Стратегическое значение защитного лесоразведения хорошо понимал Д. И. Менделеев. Еще в дореволюционные годы он писал: "Вопрос посадки лесом южных степей принадлежит к разрешимым задачам. Опыт Велико-Анадольского лесничества (около Мариуполя) и обсадка Харьковско-Азовской дороги это ясно показали. Я думаю, что работа в этом направлении настолько важна для будущего России, что считаю ее однозначной с защитой государства, а потому полагаю, что было бы возможно принять особо сильные меры для этой цели как земские, так и общегосударственного свойства".¹

¹ Менделеев Д. И. Работы по сельскому хозяйству и лесоразведению. — М.: АН СССР, 1954.

Первый президент ВАСХНИЛ академик Н. И. Вавилов в речи на совещании по поднятию урожайности при НКЗ РСФСР 17 июня 1928 г. сказал: "В общей системе государственных мероприятий мелиоративные работы по вопросу о защитных лесных полосах в безлесных районах, районах действия ураганов должны быть поставлены немедленно в первую очередь".¹

Как видим, агролесомелиорация однозначно отнесена к системе государственных, а не местных мероприятий. Н. И. Вавилов заботился об экологической стратегии государства, которой у нас долгое время не придавалось должного значения.

В ряде директивных документов, принятых за последнее время, подчеркивалась природоохранная и средообразующая роль защитных насаждений, способствующая рациональному использованию естественных ресурсов. Исследования ВНИАЛМИ и других научных учреждений со всей определенностью доказали существенное гидроклиматическое значение систем лесонасаждений для территорий, на которых они расположены, выявили значение их в очистке воздуха, воды и почвы от антропогенных загрязнений, создании более благоприятных условий для жизни и труда человека.

В отличие от многих других приемов и способов улучшения сельскохозяйственного производства, агролесомелиорация относится к средствам долговременного воздействия. Правда, лесонасаждения не сразу приносят всеми ощутимую пользу (как, например, орошение, внесение удобрений, борьба с вредителями, агротехнические приемы и др.). Они должны вырасти, подняться до высоты, способной противостоять ветру, образовать внутри себя определенную среду, накопить потенциал полезных лесных свойств. На это уходят годы, в течение которых надо ухаживать за молодыми посадками, рыхлить почву, уничтожать сорняки, а после смыкания крон деревьев периодически вести рубки ухода, бороться с вредителями и болезнями деревьев и кустарников.

Полезные свойства защитных лесных насаждений складываются постепенно, а их системные качества наиболее полно проявляются, когда дальность воздействия достигает максимума и при оптимальных расстояниях между лесополосами перекрывает защищаемую территорию.

Экологическая эффективность защитных лесонасаждений может проявляться и раньше (например, снегозадержание молодыми посадками, привлечение птиц, млекопитающих и др.), однако в наибольшей степени она свойственна взрослым насаждениям с развитой древесно-кустарниковой растительностью, с более или менее выраженной лесной обстановкой.

Экономическая эффективность лесных полос наступает в том возрасте, когда прибавка урожая сельскохозяйственных культур перекрывает его потерю в связи с изъятием части пашни под насаждения.

¹Пути сельского хозяйства. — 1928. — № 8.

Этот возраст в разных почвенно-климатических зонах определяется в среднем 6–10 годами. Экономическая эффективность других видов насаждений наступает примерно в том же возрасте, когда оцененная в рублях экологическая эффективность (сохранение почвы, поддержание или накопление плодородия, обводнение местности, очищение воздуха или воды от загрязнения и т. п.) превышает расходы на создание насаждений и их эксплуатацию. Поэтому агролесомелиоративные мероприятия специально проектируются так же, как и создание других долговременных (капитальных) сооружений, исходя из планируемого на будущее эколого-экономического и социального эффекта.

1.2. СИСТЕМЫ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Основные средства агролесомелиорации – деревья, кустарники и полукустарники, размещаемые на территории в определенном порядке и количестве, сообразно с естественными условиями и особенностями хозяйственной деятельности. Кроме того, агролесомелиорация использует в экстремальных условиях на эродированных землях, в аридных районах также травянистую растительность, простейшие гидротехнические устройства.

За многолетнюю практику сложились основные виды защитных насаждений: полезащитные (ветроломные и стокорегулирующие) лесные полосы, прибалочные и приовражные насаждения, посадки в гидрографической сети, насаждения на песках и пастбищах. Они получили наибольшее распространение.

Организация сельскохозяйственной территории должна предусматривать расположение линейных рубежей, исключающее развитие эрозионных процессов. Эта задача достигается не каким-либо одним приемом, а комплексом защитных мероприятий с учетом современной и перспективных технологий в растениеводстве и экологических задач благоустройства территории в целом. Поскольку все пахотные земли потенциально опасны в отношении водной и ветровой эрозии, приемы лесомелиорации должны ее предотвращать. Такая цель достигается разными методами. На участках докучаевской экспедиции при слабо всхолмленном рельефе местности вся она была покрыта широкими прямолинейными лесными полосами, образующими квадратные клетки полей небольшого размера (25–50 га). Все балки и овраги укреплены и обсажены деревьями и кустарниками. При таком построении ландшафта весь поверхностный сток оказался зарегулированным.

В послевоенные годы при массовых посадках полезащитных лесных полос по границам полей и внутри них, в условиях прямолинейного землеустройства оказалось, что некоторые насаждения полностью или частично располагались вдоль склона или под косыми углами к нему. При ветронепроницаемых конструкциях лесополос они накапливали в себе и около себя много снега, что способствовало концентрации стока, размывающая сила которого превышает допустимые нормы и нередко вызывает линейную эрозию. Получается, что

удовлетворительно осуществляя ветроломную роль, такие полезащитные полосы способствуют оврагообразованию.

В районах с неровным рельефом несомненно правильным будет расположение лесных полос только по контурам, примерно поперек склона, т. к. если ветер в силу своего непостоянства часто меняет направление, то вода течет по склону всегда только вниз. В отличие от ветроломных лесных полос линейные стокорегулирующие насаждения могут сочетаться с устройством валов, канав, запруд, распылителей стока и др. простейших сооружений.

При освоении подлесных земель под пашню в районах Урала, Сибири, Дальнего Востока имеется определенный опыт формирования лесоаграрного ландшафта с оставлением полос естественного леса в качестве полезащитных насаждений. Древостой в них, правда, не всегда ровный по высоте, густоте, наличию подлеска. Он повторяет ту мозаику лесной обстановки, которая сложилась до рубки леса. Надо учитывать и возможность ветровала деревьев, внезапно выставленных на простор. Но использование уже готовых лесных фитоценозов, как агролесомелиоративных насаждений, целесообразно везде, где лесные площади переводятся в сельскохозяйственные угодья.

В ряде субаридных и аридных районов на каштановых и светло-каштановых почвах все еще значительные площади занимают зерновыми культурами, несмотря на крайне низкую их урожайность. Эти земли опасны и в дефляционном отношении. Но одна противозрозионная агротехника с оставлением стерни не спасает легкие почвы от выдувания. Нужны и другие мероприятия. В этих практически лесонепригодных условиях выращивание полноценных древостоев не представляется возможным (на засоленных почвах они низкорослы и недолговечны). Здесь целесообразно создавать одно-двухрядные кулисы из устойчивых к конкретным условиям высоких кустарников. Располагать их следует на небольших расстояниях друг от друга в целях задержания и распределения снега, а также создания лучших микроклиматических условий для сельскохозяйственных культур в межкулисных полях в течение вегетационного периода.

Большое значение имеет защита многолетних насаждений на пахотных землях. Садозащитные лесные полосы обеспечивают благоприятные микроклиматические условия в питомниках, садах, виноградниках, на плантациях орехов, чая, цитрусовых и др. плодовых и технических культур, защиту их от суховея, заморозков, вымерзания, повреждения ветром цветков и плодов. К полезащитным насаждениям могут быть отнесены и придорожные аллеи деревьев вдоль внутрихозяйственных дорог, поскольку они эффективно выполняют ветроломную роль, оказывая положительное влияние на прилегающие посевы сельскохозяйственных культур и кормовые угодья.

Особую заботу агролесомелиорации составляет гидрографическая сеть, которая должна быть экологически благоустроена. Процент отвода таких земель под лесонасаждения различный и колеблется в широких пределах — от 15 до 75 %. Он определяется региональными и

хозяйственными условиями (например, организацией отдыха населения или необходимостью выпаса скота и др.). Лесонасаждения на берегах балок и откосах оврагов – это куртинные, сплошные или ленточные посадки деревьев и кустарников, предназначенные для борьбы с разрушением земель, а также более эффективного их использования. Технология создания таких насаждений осложнена специфическими условиями объектов и требует более значительных затрат, чем создание линейных насаждений.

Донные и русловые насаждения представляют собой посадки деревьев и кустарников в виде массивчиков, куртин, поперечных лент, илофильтров разной формы. Они предназначены для прекращения размыва донной части гидрографической сети, укрепления и стабилизации русел водных потоков и конусов выноса, кольматажа твердых частиц и других наносов. Все насаждения в гидрографической сети имеют большое социальное значение, они образуют живописные пейзажи, являются удобными местами для рекреации. Лесопосадки, как правило, совмещаются с гидротехническими устройствами по задержанию и безопасному пропуску воды. Насаждения вокруг прудов и водоемов предназначены для укрепления их берегов, защиты от заиления и загрязнения, а также для сокращения излишнего испарения с поверхности водного зеркала.

Насаждения вдоль берегов и в поймах рек способствуют укреплению берегов, кольматируют твердый сток, защищают реки от загрязнения биогенными и химическими реагентами, а пойменные земли – от размывов, заноса песком и илом, улучшают условия для рыбозаведения и другого водохозяйственного использования. Как и насаждения вокруг прудов, они имеют исключительно большое рекреационное значение.

Насаждения на горных склонах – это линейные посадки, куртины и сплошные массивы для защиты этих земель от эрозии и повышения их продуктивности.

Большую группу агролесомелиоративных насаждений, участвующих в формировании антропогенных ландшафтов на аренах в степных и полупустынных районах, составляют насаждения на песках. Их основное значение – рационально использовать эти территории, защищать от дефляции, прекратить передвижение песков. По ведущему первичному функциональному назначению – это почвозащитные лесонасаждения. Они довольно разнообразны по форме: массивы, колки (куртины), кулисы, полосы. Вместе с тем, выполняя почвозащитные функции, насаждения на песках позволяют использовать значительные их площади для интенсивных садовых культур, виноградарства, посевов однолетних кормовых культур и многолетних трав, создания улучшенных пастбищ при разумных нормах нагрузки скота.

В лесомелиоративной организации сельскохозяйственных ландшафтов аридной зоны особое значение приобретают насаждения деревьев и кустарников для целей развития животноводства. Такие

насаждения называются зоолесомелиоративными. В дореволюционное время на скотопрогонных путях в Калмыкии устраивали из деревьев специальные затишки, за насаждениями животных зимой укрывали от стужи, метелей, а летом от жары. В советское время, особенно в послевоенные годы, зоолесомелиорация получила дальнейшее развитие.

На пастбищных землях создаются лесные полосы из устойчивых к этим условиям деревьев и кустарников для повышения продуктивности естественной травянистой растительности или искусственных кормовых угодий; древесные зонты вблизи колодцев или других пунктов водопоя, около кошар для укрытия животных от летнего зноя; затишковые и прифермские насаждения для защиты животных и построек от сильных ветров, заноса снегом, пылью; мелиоративно-кормовые насаждения, имеющие как защитное значение, так и периодически скармливаемые скотом (как корм долголетнего пользования); наконец, куртинные посадки леса по микропонижениям и отдельные деревья (саванный тип ландшафта).

К агролесокомплексу следует отнести также озеленительные декоративные и оздоровительные насаждения. Они занимают небольшой объем в структуре ландшафта, но имеют заметное социальное значение. Такого рода насаждения создаются в декоративных и санитарно-гигиенических целях около сельских населенных пунктов, полевых станов, бригадных участков и других производственных объектов. Защитные функции этих насаждений обеспечиваются определенным набором декоративных, газопылеустойчивых деревьев и кустарников, а также соответствующим размещением их по отношению к защищаемой территории или объектам.

Разнообразие видов защитных насаждений принимается во внимание при конструировании лесоаграрного ландшафта в тесной увязке с другими элементами ландшафтного комплекса и его структурой, почвозащитными мероприятиями и организацией сельскохозяйственного производства в целом. Основные требования к оптимизации всего аграрного ландшафта следующие: обеспечение устойчивости и длительности пользования при достижении наибольшей сельскохозяйственной продуктивности и получение продукции высокого качества. Основными же требованиями к защитным лесонасаждениям в агроландшафте являются оптимальное количество и размещение насаждений, их состав и строение, обеспечивающие наилучшее выполнение предназначенных функций.

Распределенность защитных насаждений и возможность охвата своим влиянием практически всей территории выгодно отличает их от массивного леса той же площади, поскольку последний, располагаясь в одном месте, хоть и сосредоточивает в себе значительные энергетические мощности, но действует локально. Поэтому показатель лесистости территории еще не характеризует степень ее защищенности.

Важнейшее теоретическое положение агролесомелиорации — взаимосвязь различных видов защитных лесонасаждений, которые

образуют единую систему, приуроченную к конкретным природным условиям и учитывающую особенности хозяйственной деятельности. Под системой защитных лесонасаждений понимается совокупность насаждений, обеспечивающих защиту всей территории, на которой они расположены. В систему могут входить не обязательно все виды искусственных насаждений, но лишь те из них, которые необходимы для решения конкретных задач, а также существующие на территории объекта естественные леса.

Понятие "Система защитных лесонасаждений" может относиться как к отдельному сельхозпредприятию или его части, так и к их группе, району, региону. Причем насаждения будут обладать свойствами системных объектов лишь в том случае, если на всей этой территории наблюдается защитный эффект, т. е. любая точка поля, луга, пастбища находится под их влиянием. Для этого искусственные посадки и естественные леса должны быть размещены таким образом, чтобы зоны их функционального влияния соприкасались, а лучше — несколько перекрывали друг друга.

Отсюда важнейшим признаком системности размещения лесонасаждений является расстояние между ними, не превышающее дальности ветроломного действия, стокорегулирующего эффекта или какого-либо другого конкретного воздействия лесонасаждения на соседние объекты. Этим подчеркивается взаимосвязанность, взаимодействие насаждений в системе в отличие от несистемных объектов, где лесонасаждения встречаются единично или находятся на расстояниях, превышающих размеры защитного действия каждого из них.

На территориях с таким взаимодействием насаждений образуется единая ландшафтная система, объединяющая все другие подсистемы: агроценозы, лесные фитоценозы, микробиоценозы и др., которые, в свою очередь, также взаимно связаны. Ландшафтная система как единое целое характеризуется новыми качествами, отсутствующими у составляющих систему элементов, и иными взаимоотношениями между ними (например, иной характер снегораспределения, развития насекомых, размещения травянистой растительности и др.). Влияние лесонасаждений на прилегающие угодья не односторонне: они сами тоже испытывают воздействие полевых факторов — освещенности, продуваемости, проникновения насекомых, травянистых растений, заселения птицами, млекопитающими, грибной флорой и т. п.

Компоненты лесоаграрного ландшафта имеют разное значение для функционирования относительно друг друга, но почти однозначны для функционирования всей системы в целом, несмотря на различные площади, занимаемые ими, или величину биологической массы. В этом проявляется стабилизирующее свойство саморегуляции ландшафтной системы.

Защитные лесонасаждения не только значительно преобразуют внешний облик территории, но, обладая большой органической массой, сконцентрированной на относительно небольших площадях среди сельхозугодий, вносят изменения в агроландшафт, адекватные коли-

честву и качеству насаждений, особенностям их размещения. Это выражается в перераспределении биологического потенциала, изменении энергетических связей и сочетаний элементов биологического круговорота, существенных изменениях гидротермического режима, гидрологии, растительного и животного мира, трофических цепей и др.

Собственно, именно эти качества защитных лесонасаждений и составляют сущность их мелиоративной работы. Немаловажное значение имеют социальные аспекты агролесомелиорации: дизайн сельскохозяйственной территории, санитарно-гигиенические функции и рекреационные свойства насаждений, получение древесной продукции, сбор ягод, грибов, лекарственных растений и т. д.

Во всех случаях возникает вопрос, какую площадь должны занимать лесонасаждения в агроландшафте? Еще сто лет назад "выработка норм, определяющих относительные площади пашни, лугов, леса и вод" была одним из вопросов программы Особой экспедиции В. В. Докучаева. "Такие нормы, конечно, должны быть соображены с местными климатическими, грунтовыми и почвенными условиями, а равно и с характером господствующей сельскохозяйственной культуры и пр." (с. 113).

По проекту экспедиции лесопосадки разных видов должны занять в черноземной степи от 15 до 18 % общей площади. Подчеркивалось, что участки, окаймленные лесными полосами, должны быть по размерам и форме удобными для сельскохозяйственных работ, "необходимо оставлять проезды, избегать клиньев и слишком узких и мелких полевых полос и т. д." (с. 151). Такая облесенность и была фактически достигнута на всех опытных участках экспедиции при принятых в то время соотношениях между основными видами угодий.

Докучаевские лесные полосы в 1893–1903 гг. сажали широкими лентами (40–60–100 м) с максимальным приближением к естественным лесным биогеоценозам. Их окружали несколькими рядами кустарников в целях изоляции насаждений от проникновения степных трав и суховейных ветров, для дополнительного накопления снега и подъема грунтовых вод, сохранения лесной подстилки и вообще лесной обстановки.

В самом деле, в старые докучаевские лесные полосы на любом из участков экспедиции входил, как в лес. Степная среда резко сменяется лесной: прохлада и тень, подлесок, толстый рыхлый слой лесной подстилки, почти полное отсутствие травянистой растительности, встречаются изредка только типичные теневыносливые виды – ландыш, купена лекарственная (рис. 1.1).

Современная агролесомелиорация, критически переосмысливая опыт прошлого, пришла к выводу об изменении параметров лесных полос и их размещения на территории. Выяснилось, что в системе удовлетворительно защищают поля не только широкие лесные полосы, но и узкие, что клетки полей могут быть не только квадратными, но и прямоугольными, а в условиях холмистого рельефа – контурно-полос-



Рис. 1.1. Докучаевские лесные полосы (возраст около 100 лет)

ными. Считается, что полезащитные лесные полосы могут состоять из 5–3–2 рядов деревьев почти без участия кустарников. Это позволило снизить норму облесенности пашни до 2,5–4,0 % в равнинных условиях, а угодий с пересеченным рельефом – до 10–12 %.

Более эффективно защищают поля от сильных ветров и суховеев, равномернее распределяют снег насаждения с ветропроницаемостью около 50 %. В отличие от старых докучаевских лесных полос современные малорядные полезащитные полосы лишены кустарниковых опушек, а многие почти не имеют и подлеска.

Ажурная конструкция лесных полос рекомендуется для сухостепных районов с часто повторяющимися пыльными бурями и постоянным снежным покровом, для мест с мягкой зимой, а также для орошаемых и осушенных земель; ажурно-продуваемая – для районов с большими переносами снега, внутренних полос в садах, виноградниках, питомниках, плантациях; продуваемая – в основном для районов с холодной и снежной зимой, а также вдоль каналов внутрихозяйственной оросительной сети и на рисовых системах.

В СССР считается предпочтительней большая ветропроницаемость в нижней части насаждений, чем в верхней. Плотные конструкции применяются лишь в снегосборных полосах, при создании затишковых посадок на пастбищах, около ферм, населенных пунктов, в санитарно-защитных зонах и других подобных местах, где требуется почти полный штиль, а также в прибалочных и приовражных. В то же время в ряде западно-европейских стран (Австрия, Германия, Дания) предпочитают формировать редкий верхний полог и плотную, с кустарниковыми декоративными опушками нижнюю часть насаждения, т. е. ажурно-плотную конструкцию.

На участках докучаевской экспедиции все лесные полосы плотные. Попытки перевести даже наиболее узкие из них в продуваемые дают лишь временный эффект, так как подлесок быстро отрастает, и уже на 3–4-й год полоса вновь становится непродуваемой в нижней части. Однако на небольших по размеру полях здесь почти не наблюдается экологической разнокачественности, столь характерной для территорий, где лесные полосы разобщены, удалены друг от друга на расстояния, превышающие размеры ветровой тени. Докучаевские насаждения являются прекрасными регуляторами поверхностного стока, обладают многими другими полезными и разнообразными свойствами, которых часто лишены современные продуваемые полезащитные полосы.

В системе полезащитных насаждений особенности влияния их конструкции на полевые угодья несколько сглаживаются, но продолжают оставаться существенными. От конструкции лесных полос зависит дальность их ветроломного действия, а это определяет максимальные расстояния между насаждениями, т. е. основные параметры системы.

1.3. ЛАНДШАФТНАЯ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ

За прошедшие 100 лет со времени начала работ докучаевской экспедиции основные ее теоретические положения об использовании лесонасаждений как фактора биологического благоустройства сельскохозяйственной территории в целях борьбы с засухой, суховеями, эрозией почвы, регулирования водного режима и повышения продуктивности земель блестяще подтвердились. Они упрочились в последующем многочисленными данными науки и производства в разных районах страны, пополнились новыми положениями о многофункциональной роли защитных лесонасаждений, выявились новые аспекты их применения для решения мелиоративных задач на смежных землях в промышленности, на транспорте и др. Расширилась география применения агролесомелиорации, охватывая сегодня Белоруссию, Нечерноземье, Сибирь, Дальний Восток.

{Одним из существенных и наиболее заметных результатов работы лесных полос являются снегораспределение и снегонакопление, которые влияют на термический режим почвы и его динамику.} Для некоторых районов страны это имеет настолько большое значение, что показатель снегораспределительной работы лесных полос выходит на первое место среди других мелиоративных показателей.

Так, в Сибири и на Дальнем Востоке с холодными и мерзлотными грунтами, муссонно-континентальным климатом главным лимитирующим фактором в земледелии является не дефицит влаги, что свойственно большинству других сельскохозяйственных районов страны, а дефицит почвенного тепла в сочетании с пульсационным режимом влажности среды. Поэтому способность лесонасаждений накапливать на полях в 1,5–3,0 раза больше снега по сравнению с открытыми участками обеспечивает более надежную термоизоляцию и лучшую теплообеспеченность почв.

По исследованиям Е. С. Зархиной (1974, 1978) с начала зимы наблюдается обратная связь между мощностью снежного покрова и глубиной промерзания почвы, а интенсивность накопления холода в промерзающих слоях почвы при увеличении толщины снежного покрова на 7–10 см снижается в 3 раза. Скорость оттаивания почвы весной возрастает на 25–30 %. За вегетационный период теплообеспеченность почвы на защищенных лесонасаждениях участках в зоне шлейфов повышается на 100–150 %. В результате урожайность зерновых возрастает на 10–15 %, сои – на 25–50 %, а в отдельные годы – на 100 %.

Ведущее значение отепляющей роли лесонасаждений характерно также для ряда районов Нечерноземья и Урала, обеспеченных влагой, но испытывающих недостаток тепла. Исследования Л. С. Мочалкина (1981) показали, что на защищенных участках летом происходит накопление тепла за счет снижения скорости холодных северных ветров и уменьшения турбулентности воздушных потоков: температура воздуха повышается на 0,6–1,0–2,0 °C, что существенно для роста сельскохозяйственных культур.

(Не менее заметным результатом эффективности лесных полос является защита почвы от дефляции, которая поражает пахотные земли как в летний, так и в зимний периоды, если почва не покрыта растительностью. Ослабление скорости ветра лесополосами, снижение его подъемной силы в сочетании с почвозащитной агротехникой обеспечивают надежную защиту почвы от дефляции.)

В ряде районов лесостепного Зауралья и Западно-Сибирской низменности, Дальнего Востока сельскохозяйственные земли соседствуют с естественными колочными лесами. Сочетание этих растительных формаций образует своеобразный ландшафт, напоминающий лесостепь, в котором лесные колки выполняют существенную мелиоративную роль, смягчают неблагоприятные условия возделывания сельскохозяйственных культур, препятствуют дефляции. Колки создают шероховатую поверхность территории, в результате чего скорость ветра уменьшается. Под их защитой на полях накапливается в 3–4 раза больше снега, чем в бесколочной степи, снег там более рыхлый. Он обеспечивает меньшее промерзание почвы и лучшую ее водопроницаемость. Уровень грунтовых вод на межколковых полях выше, чем на открытых.

Защитные лесонасаждения помогают более рационально использовать нарушенные земли. Освоение разведанных полезных ископаемых, развитие горнодобывающей и угольной промышленности в настоящее время все более ведется с использованием открытых методов разработки. Образуются так называемые техногенные ландшафты с негативными экологическими последствиями. Плодородные земли при этом нарушаются настолько, что их рекультивация представляет сложную биолого-техническую задачу.) Работы, проведенные в этом направлении в СССР, указывают на то, что защитное лесоразведение — одно из наиболее эффективных и дешевых мероприятий в комплексе мелиорации и освоения нарушенных земель.

Сельскохозяйственное и экологическое значение облесения земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых, заключается в защите их от водной и особенно ветровой эрозии, создании более благоприятных условий для роста трав и сельскохозяйственных культур на рекультивируемых участках, устранении вредного воздействия открытых разработок на прилегающие агроценозы и селитебные территории. Насаждения на рекультивируемых землях являются частью лесоаграрного ландшафта территории.

Природоохранная роль защитных лесонасаждений проявляется также в поддержании условий обитания местной флоры и фауны, сохранении генофонда растений и животных. В лесоаграрных ландшафтах происходит существенное качественное изменение зооценоза — фауны позвоночных и беспозвоночных, микробного населения, а также грибной флоры. Под влиянием лесонасаждений происходит перераспределение запасов вредных и полезных организмов. Здесь складываются новые взаимоотношения, новые трофические связи между растениями-продуцентами, животными-консументами различ-

ных уровней, между отдельными экосистемами, составляющими единый ландшафт. Чем разнообразнее эти взаимоотношения, богаче растительный и животный мир в ландшафте, тем он более устойчив.

Исследования энтомофауны, проведенные учеными ВНИАЛМИ, ВИЗР, НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева и других учреждений в разные годы, согласованно показывают, что общая ее численность на облесенных полях выше, чем на открытых. Но соотношение полезных и вредных насекомых значительно благоприятнее, насчитывается больше энтомофагов, хищных насекомых, снижающих численность вредителей сельскохозяйственных культур.

В лесонасаждениях поселяются позвоночные животные, причем тем охотнее, чем сложнее структура лесных биогеоценозов, т. е. в многоярусных лесных полосах смешанного породного состава с развитым подлеском и мощной лесной подстилкой. Менее заселены узкие однопородные лесополосы продуваемой конструкции. Видовой состав животных лесоаграрных ландшафтов в 3–4 раза разнообразнее, чем в открытых, безлесных, а плотность заселения в десятки раз больше. Характерно, что фауна более чем наполовину состоит из типично лесных видов. Среди них: кабан, косуля, куница, хорь, сойка, орлан белохвостый и др. В сущности, лесные полосы являются экологическими "нишами" расселения животных и птиц, которые находят корм на сельскохозяйственных угодьях, а укрытия – в лесонасаждениях.

На Каменно-степном участке Особой экспедиции В. В. Докучаева ковыльно-типчачовая степь сменилась антропогенными агроэкосистемами среди лесонасаждений. До посадки лесополос здесь насчитывалось 12 видов млекопитающих и 47 видов птиц (в т. ч. 17 – гнездящихся). Сейчас стало 30 видов млекопитающих и около 180 видов птиц (в т. ч. более 100 – гнездящихся). В агроландшафте Каменной степи много зайцев, лис, ежей, лесных мышей, землероек, встречаются хорек, енотовидная собака, ласка. В прудах водятся 18 видов рыб, около водоемов живут цапля серая, дикие утки, чибис, болотный лунь. Уменьшилось число видов и особей типичных степных представителей фауны – тушканчиков, хомяков, ящериц. Исчезли почти полностью стрепеты, дрофы, сурки.

В Обливском ОПХ ВНИАЛМИ на песках сухостепной зоны создан лесоаграрный ландшафт из хвойных и лиственных пород (рис. 1.2.). Здесь насчитывается 30 видов млекопитающих, 78 видов птиц, 5 видов пресмыкающихся. На открытых участках степи фауна состоит из 18 видов млекопитающих, 27 видов птиц, 4 видов пресмыкающихся. В агролесоландшафте в 12 раз больше зайца-русака, в 40 – куропатки серой, в 7 – ящериц, в 6 раз – жабы зеленой, чем на безлесных территориях. Здесь, значительно южнее, чем в Каменной степи, дрофы, стрепеты, сурки не исчезли, а переместились в оазис с лесонасаждениями. Они почти не выходят на поля, обитая в сосновых насаждениях (Белицкая, 1986).

Агролесомелиорация особенно способствует обогащению орнитофауны ландшафта. Даже в более молодых лесонасаждениях Поволж-



Рис. 1.2. Система защитных лесонасаждений в Обливском районе Ростовской области (сухая степь)

ской АГЛОС насчитывается 62 вида птиц, Волгоградской области – 31, Астраханской – 18 видов. Однако замечено, что птицы предпочитают более старые насаждения и лесополосы с кустарниковыми опушками. Редкостойные посадки саксаула, ажурные полосы в пустынных регионах наименее привлекательны для птиц. Оптимальная облесенность, охрана территории, проведение биотехнических мероприятий способствуют обогащению и регулированию численности животных на сельскохозяйственной территории.

С точки зрения агролесомелиорации защитная лесистость территории представляет собой выраженный в процентах норматив площади разных видов защитных лесонасаждений, размещаемых на ней в соответствующем порядке в целях улучшения гидроклиматического режима сельхозугодий, защиты почв от эрозии, посевов от засухи и суховеев, создания экологически чистой среды обитания и работы человека, биологического благоустройства, эстетики, повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства.

Этот норматив в каждом конкретном случае исходит из особенностей рельефа, климата и почвы, лесорастительных условий и организации сельскохозяйственного производства, а также учитывает наличие естественных лесов, колков, байрачных и пойменных лесов или

искусственных насаждений иного хозяйственного назначения. Параметры оптимальной защитной лесистости устанавливают такое соотношение лесных и нелесных угодий, при котором совокупные мелиоративные, природоохранные, социальные функции защитных насаждений проявляются наиболее полно, максимально охватывая всю сельскохозяйственную территорию.

Оптимальный ландшафтный баланс должен учитывать строение природных систем и на этой основе в зональном разрезе их упорядочение, корректировку, максимальное использование современных высокоэффективных технологий земледелия, растениеводства и животноводства при условии защиты земель от разрушения и недопущения снижения их плодородия. Эта задача непростая, ее решение должно учитывать многие природные и хозяйственные факторы.

Рациональное природопользование в сельском хозяйстве начинается с рациональной организации сельскохозяйственной территории. Вся она сегодня представлена природно-антропогенными (пастбища, туга) и антропогенными (пашня) экосистемами. В процессе их использования идут негативные изменения в природе, конечный итог которых бывает трудно предсказать. Единственной альтернативой этому является устранение самих причин обеднения и разрушения экосистем. В первую очередь — это их стабилизация, что означает рациональное (щадящее) использование естественных ресурсов, стабильное получение возможных объемов продукции растениеводства и животноводства (в рамках допустимых нагрузок на природу) и повышение уровня качества жизни людей.

Многие советские и зарубежные ученые считают важнейшим условием стабилизации экосистем разнообразие их элементов. Представление об идеале сельскохозяйственного ландшафта как о бескрайних полях, где работает мощная широкозахватная и скоростная техника, постепенно меняется, потому что оно идет вразрез с экологическими требованиями. Оптимальный агроландшафт должен быть сложным, включая древесные и кустарниковые насаждения, участки непаханной земли, луга, водные объекты. С точки зрения сельского хозяйства, некоторые из таких экосистем могут быть малопродуктивными или даже вовсе непродуктивными, но они несут важную природоохранную функцию, удерживая ландшафт в целом от нарушения биохимических циклов, от биологического истощения и разрушения.

Именно агролесомелиоративные мероприятия являются тем важнейшим звеном комплекса рационального землепользования, которое вносит существенное экологическое разнообразие и в сочетании с другими мероприятиями способно обеспечить неистощительное использование ресурсного потенциала ландшафта при возрастающей интенсивности сельскохозяйственной деятельности, укрепить механизмы саморегуляции всей этой биологической системы.

Степень воздействия лесонасаждений на другие экосистемы различна в зависимости от почвенно-климатических особенностей и степени адаптивности к ним насаждений. Значительную роль играют

также антропогенные нагрузки, хозяйственно-социальная освоенность территорий, насыщенность предприятиями, в большей или меньшей степени влияющими на лесорастительные условия (например, газово-пылевые эмиссии заводов и фабрик, промстоки, открытая добыча полезных ископаемых, падение уровня грунтовых вод или, наоборот, затопление крупных территорий, изменение гидрологического режима рек и др.).

Защитные лесонасаждения – это основной элемент пространственной организации агроэкосистемы, обладающий максимальной устойчивостью, продолжительностью действия и высоким эффектом. Адаптация насаждений облегчается высокой приспособляемостью древесной растительности к условиям среды, многофункциональным воздействием на нее и в то же время осложняется необходимостью решения конкретных мелиоративно-хозяйственных задач в процессе сельскохозяйственного производства. В каждом природном регионе адаптивности лесомелиорации выражается в применении лесокультурных методов к конкретным задачам обустройства ландшафта, ее участия в производстве максимального количества продукции и сохранения высокого качества окружающей среды.

В нашей стране на начало XII пятилетки было 5,13 млн га защитных лесонасаждений, в том числе почти 1,9 млн – полезащитных лесополос, примерно 1,7 млн – прибалочных и приовражных лесных полос, насаждений в гидрографической сети и на горных склонах, около 1 млн – лесопосадок на песках и 0,52 млн га насаждений на пастбищах. К сожалению, мало где в производстве созданы полноценные агролесоландшафты, о которых можно было бы говорить как об экологически сбалансированных угодьях.

По официальным отчетам считается, что в ряде краев и областей свыше 5 тыс. хозяйств создали на своих полях законченные системы лесных полос. Это заблуждение. В подавляющем большинстве речь идет фактически только о сети лесных полос, заложенных по границам полей на таких расстояниях друг от друга, которые не охватываются влиянием насаждений. Более того, почти треть создаваемых полезащитных полос погибает в первые же годы из-за недоброкачественного посадочного материала, нарушений технологии подготовки почвы и ухода за посадками, потрав гербицидами и скотом. Многие лесополосы на пашне и около гидрографической сети находятся в запущенном состоянии, подвергаются поломкам, заездам и потравам.

Как уже отмечалось, объемы создания лесонасаждений за последние три пятилетки снизились в целом в 2,5–2,8 раза, особенно полезащитных и приовражных лесных полос, и непохоже, чтобы они возрастали в ближайшее время. По крайней мере, полезащитных полос предполагается (по проекту "Комплексной программы повышения плодородия почв СССР на 1991–2005 годы") сажать всего по 44 тыс. га в год, насаждений на песках, оврагах, балках и других неудобных землях – по 100 тыс. га. Несколько возрастут лишь объемы создания насаждений на песчаных пастбищах в полупустынных и пустынных

районах. В XI пятилетке их было посажено 196 тыс. га, в XIII намечено 109 тыс., в XV — 768 тыс. га.

По научно обоснованным нормативам в СССР необходимо иметь около 20 млн га защитных лесонасаждений разных видов, в т. ч. 5,6 млн полезащитных (ветроломных и стокорегулирующих) лесных полос, не менее 3,7 млн приовражных и прибалочных полос с насаждениями в гидрографической сети и на горных склонах, более 2 млн посадок на песках, 8,3 млн насаждений на пастбищах, включая кормомелиоративные посадки, а также 0,4–0,5 млн га насаждений иного назначения на сельскохозяйственных землях. Такие площади агролесомелиоративных посадок, постоянно поддерживаемые в этом объеме и надлежащем состоянии, смогут в комплексе с другими мероприятиями приблизить организацию экологически благоустроенного ландшафта аграрной территории страны.

Таким образом, в дополнение к имеющимся насаждениям надо создавать еще почти 15 млн га, в т. ч. 3,7 млн полезащитных, 2,1 млн приовражно-балочных насаждений и посадок на горных склонах, свыше 0,5 млн насаждений на песках и почти 8 млн га — на пастбищах. Это — большие объемы, и если выполнять их такими темпами, как сейчас, создание агролесоландшафта растянется на добрую сотню лет, особенно если учесть естественный отпад насаждений, биологическая долговечность которых не беспредельна. Ежегодно необходимо проводить рубки ухода на площади, по крайней мере, 90–120 тыс. га, возобновительные — 8–10 тыс., реконструкцию малоценных древостоев — 10–20 тыс. га.

2. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЕСОАГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Основное сельскохозяйственное значение защитных лесонасаждений заключается в изменении хода и количественных показателей элементов микроклимата на защищенных угодьях. Эти изменения существенны и составляют главную ресурсную часть агролесосистем.

Агроклиматические ресурсы облесенных угодий становятся более благоприятными для сельскохозяйственных растений, а также естественных пастбищ. Дополнительное увлажнение почвы на защищенных полях весной составляет 20–50 мм. Еще 10–25 мм влаги сохраняется в почве летом в результате сокращения испарения.

На крупных территориях с системами защитных лесонасаждений замечено увеличение суммы осадков. По данным ВНИАЛМИ, в совхозе "Гигант" (Ростовская обл.), где система полезащитных лесных полос охватывает 30 тыс. га пашни, годовая сумма осадков увеличилась на 15 мм. В совхозе "Динамо" (Волгоградская обл.) лесными полосами

защищено 20 тыс. га пашни. Здесь сумма осадков увеличилась на 34 мм. Около 80 % дополнительных осадков приходится на май–июнь, в обычный для этих мест период суховея и жаркой погоды, когда закладывается основа урожая.

В результате улучшения влагообеспеченности связь, например, урожая озимой пшеницы с весенним увлажнением почвы системой лесных полос на обыкновенных черноземах Поволжья снизилась от тесной (0,8–0,7) до умеренной и слабой (0,4–0,1).

В системах лесных полос может существенно повышаться уровень грунтовых вод под насаждениями и на всей территории в целом. Так, в Каменной степи, Тимашеве, Поволжской АГЛОС, колхозе "Деминский" в зоне черноземных почв грунтовые воды в равнинных агролесоландшафтах поднялись на 5–7 м: с 8–10 до 2,5–3 м. Благодаря этому обеспечивается бесперебойное водоснабжение ризосферы сельскохозяйственных растений из зоны капиллярной каймы грунтовых вод и в значительной мере ослабляется зависимость урожая от летних осадков.

Влияние лесных полос на тепловой режим неоднозначно, а часто противоречиво (табл. 2.1). В целом за период вегетации сумма активных температур среди лесных полос и в открытом поле может быть примерно одинаковой (с варьированием 3–5 %). Но важно другое: системы лесонасаждений оказывают терморегулирующее влияние на защищаемые объекты. Весной при недостатке тепла среди лесных полос возрастают суммы положительных температур. В последующие же периоды они уменьшаются, становится несколько прохладнее.

2.1. Тепловой баланс полей за период вегетации яровой пшеницы, кал/см² · мин

Составляющие теплового баланса	Колхоз "Деминский"		Поволжская АГЛОС	
	среди лесополос	в открытом поле	среди лесополос	в открытом поле
Остаточная радиация	0,31	0,40	0,33	0,34
Поток тепла в почве	0,04	0,04	0,04	0,05
Поток тепла в воздухе	0,05	0,06	0,03	0,08
Заграты тепла на испарение	0,22	0,30	0,26	0,21

Исследования последнего десятилетия показали, что изменения режима влажности и температуры воздуха и почвы на защищенных лесополосами полях существенно повышают биоклиматический потенциал (БКП) территории – суммарный показатель тепловых и водных ресурсов, от которых (при других одинаковых условиях) зависит продуктивность угодий.

В разных природных районах, где ВНИАЛМИ проводил исследования в 1982–1987 гг., БКП полей под защитой лесных полос выше, чем на открытых участках (табл. 2.2). При этом выявлена четкая законо-

мерность убывания абсолютного прироста БКП от влияния лесных полос с юга на север и с запада на восток в связи с уменьшением суммы активных температур и продолжительности периода вегетации.

2.2. Показатели БКП на облесенных и открытых полях

Почвы	Регион	На открытых полях	Под защитой лесных полос			Увеличение БКП на полях среди лесных полос	
			в зоне шлейфов	между шлейфами	в среднем	абсолютная величина	%
Черноземы:							
предкавказские	Северный Кавказ	1,16	1,92	1,41	1,67	0,51	44
обыкновенные	Нижнее Поволжье	0,93	1,58	1,15	1,36	0,43	46
	Среднее Поволжье	0,96	1,35	1,09	1,22	0,26	27
южные	Западная Сибирь	0,76	1,08	0,87	0,97	0,21	28
	Северный Кавказ	1,11	1,81	1,34	1,58	0,47	42
Серые лесные	Центральное Нечерноземье	1,32	1,85	1,37	1,61	0,29	22
Каштановые	Нижнее Поволжье	0,76	1,21	0,91	1,06	0,30	39
	Западная Сибирь	0,68	0,94	0,77	0,85	0,17	25
Бурые	Нижнее Поволжье	0,58	0,97	0,71	0,84	0,26	45

Другая закономерность заключается в том, что наибольший прирост БКП лесонасаждения создают на черноземах и наименьший на бурых почвах с ограниченными ресурсами влаги и питательных веществ [22].

На обыкновенных черноземах Поволжья прирост БКП на полях среди лесных полос по сравнению с открытыми колеблется от 0,26 до 0,43, или от 27 до 46 %. Наибольшей величины изменения БКП достигают на предкавказских черноземах – 0,5 (44 %). На каштановых почвах БКП возрастает среди лесных полос на 25–42 %, на бурых Нижнего Поволжья – на 45 % при общих относительно низких его значениях как защищенной, так и на открытой территории.

Самые заметные изменения БКП происходят в зоне шлейфов, где влияние лесных полос наиболее мощное. Здесь значения БКП возрастают по сравнению с открытым полем на черноземах Северного Кавказа и Нижнего Поволжья на 65–70 %, а Среднего Поволжья и Западной Сибири – на 41–42 %. На бурых почвах Нижнего Поволжья эта разница достигает 67 %, на каштановых – от 38 (в Западной Сибири) до 63 % (на Северном Кавказе).

Показательно, что БКП повышается не только на участках, прилегающих к насаждениям (в зонах шлейфов), но и в так называемой

межшлейфовой зоне, где влияние лесополос менее заметно, где зимой нередко наблюдается частичное выдувание снега. Изменения микроклиматических показателей здесь не так контрастны, как в шлейфовой зоне, но достаточны для того, чтобы повысить БКП на 10–25 %. Растения отзывчивы на небольшие изменения температуры и влажности среды. Поэтому, если складываются хорошие условия для реализации БКП облесенных полей, урожаи сельскохозяйственных культур или естественных трав всегда оказываются более высокими, чем на открытых участках.

Важное значение имеет процент использования растениями фотосинтетически активной радиации (ФАР). В условиях повышенных значений БКП этот процент также несколько возрастает, обуславливая прибавку урожая. На черноземах Поволжья озимая пшеница может использовать на формирование урожая зерна около 3–3,5 % ФАР, яровая пшеница и ячмень – 2,5–3, гречиха – 1,5 %. Если среднее значение БКП под защитой лесных полос для районов Поволжья 1,22, то урожайность этих культур должна достигать соответственно 43, 37 и 18 ц/га, а на полях без лесных полос, где БКП на 27 % ниже, – 34, 29 и 14 ц/га.

Однако фактическая урожайность сельскохозяйственных культур значительно меньше. Дело в том, что применяемая среди лесных полос агротехника все еще не учитывает складывающейся под воздействием насаждений неоднородности среды на межполосных полях по ветровому режиму, влагообеспеченности, тепловым и другим характеристикам. В приполосных шлейфовых зонах, хорошо увлажняемых весной, нужна более глубокая основная обработка почвы, обеспечивающая хорошее рыхление и борьбу с сорняками. Здесь также требуется и более глубокая культивация перед посевом яровых культур. В этих же зонах следует увеличивать рекомендуемые зональные дозы удобрений – азотных в 1,5–2 раза, поскольку здесь часть нитратов из почвы вымывается в подпочвенные горизонты, а процессы нитрификации ослабевают от весеннего переувлажнения и уплотнения почвы. Важно и то, что именно в этих местах формируется повышенный урожай, с которым выносятся из почвы наибольшее количество питательных веществ, а их надо постоянно пополнять [32].

С учетом корректировок принятой зональной агротехники можно добиваться более высокой реализации БКП на защищенных полях. По данным наших опытных хозяйств, в Поволжье удастся реализовать 82–90 % БКП. Это особенно результативно, если применяется интенсивная технология возделывания сельскохозяйственных культур с поправкой на экологическую неоднородность полей. Так, на Тимашевском опорном пункте ВНИАЛМИ (Куйбышевская обл.) в системе лесных полос интенсивная технология возделывания яровых зерновых культур дала прибавку 3,7 ц/га, а без лесных полос 1,6 ц/га по сравнению с обычной зональной агротехникой.

Интересно проследить, как изменились агроклиматические ресурсы территории, на которой 100 лет назад начались работы Особой

экспедиции под руководством В. В. Докучаева. Наиболее полно сохранился Каменно-степной участок, где теперь работает зональный НИИ сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В. В. Докучаева. Площадь земель за это время значительно выросла. Если до революции она была 1,3 тыс. га, то теперь 18 тыс. га. По мере расширения площади землепользования создавались новые насаждения, в результате чего сложились три разных системы защитных лесных насаждений по их возрасту, параметрам и качественным характеристикам.

В дореволюционной системе облесенность территории составляла 18–20 %; во второй системе более молодых посадок – около 12, а пашни – 8; в третьей системе преимущественно из полезащитных полос – 3,8 %. Защищенность угодий, и в т. ч. пашни, в первой системе полная, во второй 60–80 %, в третьей 40–60 %. В конце 60-х годов к институту прирезаны новые земли соседних хозяйств, где ранее по примеру института создавались лесные полосы. На новых землях облесенность сельхозугодий составляет 5,8 %, защищенность ими полей – 50–65 %.

Многолетние исследования экологических характеристик облесенных и открытых полей позволили установить ряд обобщенных показателей влияния лесных полос на основные факторы микроклимата, которые сохраняют в основном свои значения и до настоящего времени. На защищенных полях возросли: толщина снежного покрова с 27 до 46 см, запас воды в снеге с 81 до 120 мм, относительная влажность воздуха в июле в 13 ч с 28 до 34 %; снизились: максимальная глубина промерзания почвы – с 96 до 45 см и суммарное испарение влаги за период вегетации – с 752 до 633 мм.

В. В. Степин и Н. Г. Петров [39] исследовали динамику изменения факторов микроклимата за период 90-летних наблюдений в Каменной степи по мере роста лесонасаждений, усиления их ветроослабляющего и гидротермического действия на соседние участки агроэкосистем. Выявилась тенденция увеличения среднегодовой температуры воздуха и годового количества осадков, особенно характерная для зимнего периода. Это было особенно заметно в первые 30–40 лет. В последующие годы, когда насаждения уже в основном сформировались, рост температуры был менее интенсивным, система в этом отношении как бы оптимизировалась, поддерживая достигнутый уровень отепляющего воздействия. Замечено некоторое снижение колебаний количества осадков. Коэффициент вариации в период с 1894 по 1929 г. был 19,8 %, а в период с 1930 по 1984 г. – 15,4.

За весь период несколько уменьшился дефицит влажности воздуха, несмотря на повышение его температуры. Фактическое содержание влаги в воздухе увеличилось, хотя относительная влажность возрастала незначительно лишь летом и осенью. Под влиянием лесных полос понизился максимум температуры воздуха, увеличился безморозный период, почва стала раньше прогреваться.

В системах лесных полос отмечена активизация биологических

процессов в почве и улучшение ее состояния. Наиболее заметно почва изменяется под насаждениями. По данным Н. Г. Петрова, за период с 1907 по 1972 г. мощность гумусового горизонта возросла с 65 до 69 см на полях и до 73 см под лесополосами. Содержание же гумуса в почве под насаждениями не изменилось (11,3 %), а в полях снизилось: на открытых участках с 8,5 до 6,4 %, на облесенных – с 10,1 до 8,5 %.

Как видно, несмотря на более высокий урожай сельскохозяйственных культур на облесенных полях и вынос с ним из почвы питательных веществ, снижение содержания гумуса в почве облесенного поля идет более медленными темпами, чем на открытых участках. Отмечено, что в последнее время содержание гумуса в почве на полях среди лесных полос практически остается на том же уровне благодаря большому поступлению органических остатков в почву и усилению ее биологической активности.

Эти и многие другие изменения способствовали в Каменной степи (по мере роста лесонасаждений и усиления их мелиоративной эффективности) получению стабильно более высоких урожаев сельскохозяйственных культур, повышению экономической оценки земель на 15–20 % (на склоновых участках в 2 раза). Если в начале 30-х годов урожайность зерновых здесь составляла 12–13 ц/га, то в 80-е годы она достигла 30–35 ц/га. Увеличилась продуктивность сельхозугодий. Выход зерна на 1 га пашни в севообороте в 30-е годы составлял 5–6 ц, в период с 1945 по 1958 г. – 7,5 ц, за 1959–1968 гг. – 13,0 ц, за 1969–1980 гг. – 15,1 ц, за 1981–1988 гг. – 15,2 ц, т. е. увеличился почти в 3 раза. Производство мяса в 1988 г. на 100 га сельхозугодий составило 157 ц, молока – 754 ц при среднем удое на одну фуражную корову 4,1 тыс. кг. Докучаевское опытное хозяйство института является рентабельным и дает ежегодную прибыль в 1,5–2,0 млн руб.

Конечно, в этом заслуга не только одних лесонасаждений, но и всего комплекса мероприятий по подъему земледелия. В то же время совершенно очевидно, что именно лесонасаждения создали тот благоприятный экологический фон, на котором удалось достигнуть таких результатов.

В целом по многолетним данным, система взрослых лесонасаждений в Каменной степи дает устойчивую прибавку урожая: зерновых 15–20 %, подсолнечника 10–15, проса 20–30, картофеля, сахарной свеклы, силосных культур 25–30, овощных 45–50, многолетних и однолетних трав 80–90 %. Но полной стабильности урожаев все-таки не удастся добиться. В этом отношении особое значение приобретает повышение урожая в засушливые годы. В экстремальных погодных условиях лесные полосы оказывались особенно эффективными.

В острозасушливом 1946 г. относительная влажность воздуха снижалась до 10–12 %, а средняя температура была на 4,3 °C выше нормы, часто дули суховеи. Тем не менее среди лесных полос в травопольном севообороте урожайность озимой пшеницы была 16,5 ц/га, яровой – 10,6, овса – 15,7, подсолнечника – 21,2 ц/га, тогда как на открытых полях урожайность была соответственно 10,6, 7,6, 7,8,

,5 ц/га. В 1972 г. относительная влажность воздуха на открытых полях снижалась до 14 %, а среди лесных полос она составляла 20 %.

В 1975 г. запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу засушливого периода на полях среди взрослых лесных полос составляли 309 мм, а на открытых участках — 165 мм, или почти в два раза меньше. Такие существенные изменения ряда агроклиматических показателей сказались на формировании урожая сельскохозяйственных культур. В том же 1975 г. в НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева урожайность зерновых была 19,1 ц/га, а в Таловском районе, где облесенность полей значительно меньшая, только 11–15 ц/га.

В других районах страны наиболее густая сеть лесных полос, составляющая ныне сформированную систему насаждений, имеется на Гимашевском опорном пункте ВНИАЛМИ в Куйбышевской области на черноземных почвах. Здесь первые лесополосы были посажены еще в 1894–1897 гг. (одновременно с работами Докучаевской экспедиции). В военные годы насаждения были вырублены, перешли в порослевое поколение, а в 1948–1950 гг. между старыми полосами через 160 м посадили новые. Облесенность пашни повысилась с 2,4 до 8,4 %, а защищенность — до 100 %.

По данным А. М. Бялого (1980), Тимашевский лесоаграрный ландшафт получает в среднем на 73 мм влаги больше, чем открытый агроландшафт. Сумма снега и осадков теплого периода здесь составила 453 мм против 380 мм в открытой степи. Значительный по мощности снежный покров предотвращает почву от промерзания в лесополосах и шлейфовой зоне, поэтому весной происходит интенсивная инфильтрация талых и пополнение грунтовых вод. В период с 1971 по 1980 г. оно составило под лесными полосами 260–290 мм, в шлейфовой зоне — 220–230, в межшлейфовой — 100–150 мм.

Уровень грунтовых вод в системе Тимашевских лесных полос за последний 30-летний период наблюдений повысился, подвижность их способствовала выравниванию уровня грунтовых вод во всей системе, поднятые воды стали корневоступными, капиллярная кайма достигла мощности 3,5 м. Такое изменение водного режима почвы способствовало росту урожая сельскохозяйственных культур. Разница в урожайности зерновых в лесоаграрном и открытом ландшафтах более 20 лет назад составляла 1,8 ц/га, 12 лет назад — 2,1, в настоящее время — около 5 ц/га.

В системе лесных полос приход суммарной фотосинтетической активной радиации (ФАР) в среднем за 1982–1984 гг. составил за период вегетации яровой пшеницы 106,4 кДж/см², ячменя — 96,4, гречихи — 96,0 кДж/см². Оказалось, что это на 12 % меньше, чем на открытых посевах. Вместе с тем коэффициент использования ФАР здесь примерно в 2 раза выше, чем вне системы, что видно из таблицы 2.3.

Также заметна разница в показателях, относящихся к разным зонам защищенного поля, причем значительно меньший коэффициент использования ФАР отмечен в третьей зоне, различия между первой и

2.3. Коэффициент использования яровой пшеницей суммарной ФАР на Тимашевском опорном пункте ВНИАЛМИ

Фитомасса	Среди лесных полос	На открытом поле
Общая	7,73	3,92
Надземная	5,18	2,41
В том числе товарная	1,66	0,97

второй оказались незначительными. В годы с низким гидротермическим коэффициентом (1982) коэффициент использования суммарной ФАР яровой пшеницей в системе лесополос был выше, чем на открытом поле, в 3–4 раза, а в годы с гидротермическим коэффициентом, равном 0,8–0,9, всего в 1,5 раза.

На Заволжских степных черноземах в Куйбышевской области исследовали агроклиматические ресурсы лесоаграрного ландшафта Поволжской АГЛОС со средней облесенностью угодий 8,2 и пашни 4,6 %, где система лесонасаждений создана в 50–60-е годы. Расстояние между лесными полосами 250–500 м. Здесь под влиянием лесонасаждений в основном за счет снегонакопления увеличился приход воды под насаждениями на 250–280, на межполосных полях – на 65–250 мм. Значительно уменьшился поверхностный сток среди лесонасаждений. На облесенных полях сложился частично промывной тип водного режима. На открытых же участках режим остался непромывным, верхний горизонт грунтовых вод малоподвижным. Залегая глубже на 5–6 м (обычно 10–15 м), грунтовые воды не принимали участия в питании растений.

Среди лесных полос наблюдается хорошая ежегодная весенняя влагозарядка почвы из поднятых грунтовых вод (в среднем 60–130 мм) через капиллярную кайму. На облесенных полях растения более экономно расходуют влагу. Транспирационный коэффициент у озимой пшеницы составлял в годы исследований (1980–1985) на открытом поле 205, а на облесенном – 117, у кукурузы соответственно 737 и 391–499.

Суммарные величины остаточной радиации на полях яровой пшеницы (1980–1983 гг.) у лесных полос разной системности были равны в среднем за вегетацию 117–120 кДж/см². Основная часть расходовалась на испарение и транспирацию. Среди лесополос расход тепловой энергии выше на 11–28 %, чем на открытых участках. Это объясняется более высокой влажностью почвы и активным использованием влаги на формирование урожая.

Поволжская АГЛОС, несмотря на усложненную структуру посевов и издержки на проведение научно-исследовательских работ, имеет более высокие экономические показатели, чем соседний совхоз "Октябрьский" с лучшими организационно-хозяйственными условиями растениеводства, но со значительно меньшим участием защитных лесонасаждений в агроландшафте. Облесенность его угодий 4,6,

пашни — 1,7 %. Продуктивность растениеводства на пашне в лесоаграрном ландшафте Поволжской АГЛОС в расчете на 100 га превысила продуктивность ландшафта совхоза "Октябрьский" на 10 %, а пастбищно-сенокосных угодий — на 3,3.

В среднем за 1981–1984 гг. урожайность озимых в Поволжской АГЛОС составила 36,4 ц/га, в совхозе "Октябрьский" — 29,5, яровых зерновых соответственно 22,9 и 21,1 ц/га.

На каштановых почвах Кулундинской степи (сухостойная зона) полезащитные лесные полосы совхоза "Кулундинский" представляют остов этого равнинного ландшафта. Агроклиматическое значение их также подтверждено многолетними исследованиями. Облесенность пашни здесь 3,3 %, расстояние между основными лесными полосами 300 м, площадь межполосных полей 45–50 га.

В системе лесных полос примерно на 10 % снижена скорость ветра, относительная влажность воздуха выше на 4–5 %, температура его и почвы в среднем на 0,4–0,5 °C ниже, чем на открытых полях. Характерно, однако, что среди лесных полос складывались разные температурные условия по периодам роста сельскохозяйственных культур. Весной, до фазы выхода в трубку яровой пшеницы, насаждения оказывали обогревающее действие, а затем до наступления полной спелости — охлаждающее. В целом за период вегетации сумма активных температур снизилась по всей ширине межполосного пространства на 110–113 °C. Под защитой лесополос биоклиматический потенциал земли выше, чем на открытых участках в среднем на 0,17 (в открытом поле он равен 0,68, а среди лесных полос 0,85) и коэффициент его использования на 0,18 больше по неудобренному и на 1,38 — по удобренному фону.

В целом изменения характера агроклиматических ресурсов под влиянием защитных насаждений сказываются на таких агротехнических показателях, как повышение полевой всхожести семян и сохранность зерновых культур на 5–20 %. Прирост сухого вещества и увеличение площади листовой поверхности сельскохозяйственных культур в системах лесополос протекали интенсивнее, чем на открытых полях. Наиболее полно это проявляется на черноземных почвах.

Во всех районах исследований, независимо от складывающихся условий вегетации, с широким диапазоном гидротермического коэффициента (0,2–1,2) системы лесных полос обеспечивали достоверное увеличение урожайности. Например, в Нижнем Поволжье в 1986 г. при жестокой засухе во многих районах с ГТК 0,2 (климат пустыни) прирост урожайности зерна озимой пшеницы и ячменя достиг 2,4–7,5 ц/га, или 32–69 %.

При внесении на облесенных полях в достаточном количестве органических и минеральных удобрений, внедрении других элементов высокой культуры земледелия прибавки урожая от влияния лесных полос существенно возрастают. Вместе с этим полнее стали использоваться посевами дополнительные ресурсы почвенной влаги, создаваемые лесными полосами. На удобренных межполосных полях к концу

вегетации культур запасы влаги на разном удалении от насаждений в значительной мере выравниваются, чего не наблюдалось ранее, когда удобрения вносились в ограниченном количестве.

Особенности экологии облесенного поля желательно учитывать при выборе культур и сортов, размещая среди лесных полос те из них, которые наиболее отзывчивы на изменение среды. В системах на черноземах Поволжья повышенную урожайность формируют сорта для орошаемых земель: озимая пшеница Кутулукская и яровая пшеница Ершовская 32, устойчивые к полеганию и грибным болезням.

Увеличение ресурсного потенциала защищенных лесонасаждениями угодий реализуется в более высокой продуктивности растениеводства, а в сумме с биопотенциалом самих насаждений — в общей фитопродуктивности агролесоландшафта. Пользуясь разработанной во ВНИАЛМИ методикой системных исследований лесоаграрных ландшафтов, их продуктивность изучалась на комплексных стационарах в разных природных зонах и хозяйствах-аналогах с соответствующей корректировкой природно-хозяйственных показателей. Для этого у сравниваемых ландшафтов определялись средневзвешенный балл бонитета почвы по севооборотам, естественным сенокосам и пастбищам, в целом по ландшафту, а также средняя структура площадей сельскохозяйственных фитопроизводителей. Выяснялась и фактическая фитопродуктивность за 10–20 лет по культурам, видам землепользования и в целом по ландшафту. В исследованиях учитывались не только надземная, но и подземная фитомасса растений, а также потери урожая от вредителей и болезней.

Итоги этих исследований приведены в таблицах 2.4 и 2.5.

2.4. Фитопродуктивность агролесоландшафтов на 100 га их площади в лесостепной и степной зонах

Объект	Облесенность, %	Защищенность угодий, %	Накопленная фитомасса ЗЛН	Годичная продуктивность		
				ЗЛН (прирост)	с.-х. угодий	ландшафта в целом

Лесостепь (в среднем за 1972–1982 гг.)

Новосильское ОПХ ВНИАЛМИ	20,8	70				
тыс. ц.			31,5	0,63	7,6	8,23
млрд кДж			59,5	1,17	14,3	15,46
Колхоз "Ленинский путь" (Орловская обл.)	6,0	30				
тыс. ц			6,12	0,2	5,44	5,64
млрд кДж			11,5	0,37	10,26	10,63
Разница						
тыс. ц			25,38	0,43	2,16	2,59
млрд кДж			48,00	0,8	4,04	4,83

Объект	Облесенность, %	Защищенность угодий, %	Накопленная фитомасса ЗЛН	Годичная продуктивность		
				ЗЛН (прирост)	с.-х. угодий	ландшафта в целом

Степное Заволжье (в среднем за 1981–1985 гг.)

Поволжская АГЛОС ВНИАЛМИ	8,2	80				
тыс. ц			9,2	0,46	10,0	10,46
млрд кДж			18,7	0,92	18,9	19,8
Совхоз "Октябрьский" (Куйбышевская обл.)	4,6	30				
тыс. ц			2,8	0,17	9,14	9,31
млрд кДж			5,28	0,33	17,2	17,5
Разница						
тыс. ц			6,4	0,29	0,86	1,15
млрд кДж			13,4	0,59	1,7	2,3

Фитопродуктивность агроландшафта в лесостепной зоне с годовым количеством осадков 560 мм при облесенности территории 20,8 %, облесенности пашни 11,1 и защищенности сельхозугодий 70 % оказалась выше на 31,2 %, чем фитопродуктивность аналогичного ландшафта с меньшей облесенностью (6,0 %). В степной зоне с количеством осадков около 400 мм это превышение составляет 11,2 % при сравниваемых ландшафтах с облесенностью 8,2 и 4,6 %.

В сухой степи с количеством осадков 250 мм сравнивались ландшафт с облесенностью 3,3 % и открытый, без полос. Разница здесь составляла 15,6 %. На бурых почвах полупустыни с количеством осадков 210–220 мм при сравнении фитопродуктивности открытых пастбищ с пастбищами, облесенными саксаулом, тамариксом, джузгуном и другими солевыносливыми кустарниками, фитопродуктивность последних оказалась на 40–50 % выше.

Характерно, что в общей фитопродуктивности ландшафта участие лесонасаждений в виде годичного прироста древесины, листьев, хвои сравнительно невелико: в лесостепи оно составляет 7,6 % на стационаре и 0,4 % в контрольном хозяйстве. Но в каждом из этих ландшафтов находится значительная биомасса лесонасаждений, накопленная за все предыдущие годы и превышающая в 3,8 раза годичную продуктивность ландшафта в Новосильском ОПХ и в 1,1 – в колхозе "Ленинский путь". Ее энергетический потенциал в Новосильском ОПХ составляет почти 60 млрд кДж, в контрольном хозяйстве – 11,5 млрд кДж. Этот потенциал, в сущности, и обуславливается изменением агроклиматических ресурсов объектов лесомелиорации.

2.5. Фитопродуктивность агролесоландшафтов на 100 га их площади в сухой степи и полупустыне

Объект	Облесенность, %	Защищенность угодий, %	Накопленная фитомасса ЗЛН	Годичная продуктивность		
				ЗЛН (прирост)	с.-х. угодий	ландшафта в целом

Сухая степь (в среднем за 1972–1983 гг.)

Алтайский край

Совхоз "Кулундинский" (Орловское отделение)

3,3 60

тыс. ц		3,07	0,15	4,22	4,37
млрд кДж		5,78	0,29	6,54	6,83

Колхоз им. Шевченко

0 0

тыс. ц		—	—	3,69	3,69
млрд кДж		—	—	5,57	5,57

Разница

тыс. ц		3,07	0,15	0,53	0,68
млрд кДж		5,78	0,29	0,97	1,26

Полупустыня (в среднем за 1978–1984 гг.)

Астраханская область

Колхоз "Родина" (облесенные пастбища)

23,1 100

тыс. ц		5,31	0,35	0,69	1,04
млрд кДж		10,0	0,67	1,3	1,97

Там же (открытые пастбища)

0 0

тыс. ц		—	—	0,45	0,45
млрд кДж		—	—	0,84	0,84

Разница

тыс. ц		5,31	0,35	0,24	0,59
млрд кДж		10,0	0,67	0,46	1,13

В пересчете на 100 га сельскохозяйственной территории годичный прирост древесной массы лесонасаждений агролесоландшафтов наибольшей величины достигает, естественно, в лесостепной зоне, где условия для роста леса наиболее благоприятны. Так, в 30-летних насаждениях Новосильского ОПХ, по данным Н. Е. Новикова (1983), среднегодовая продуктивность каждого гектара древостоя достигает 5,3 т сухого вещества, а вместе с напочвенным покровом составляет 8,3 т/га, или 138 млн кДж. Прирост только стволовой части насаждений, занимающей 50–60 % всего объема производимой фитомассы, составляет у дубовых древостоев 5 м³/га, березовых – 5, сосновых – 6, еловых – 7, лиственных – до 9 м³/га.

В 35-летних защитных насаждениях Поволжской АГЛОС на степных заволжских черноземах годичный прирост сухой массы состав-

ляет 4,85 т/га, или 80,5 млн кДж энергии. Это довольно высокие показатели, они характерны для благоприятных лесорастительных условий на сельскохозяйственных землях. В сухой степи продуктивность насаждений значительно ниже, годичный прирост фитомассы тополиных насаждений в возрасте 12–17 лет составляет 2,43 т/га сухого вещества, а березовых – всего 1,1 т/га (соответственно 40 и 18 млн кДж).

Зависимость фитопродуктивности угодий от степени их облесенности можно показать на примере Новосильского комплексного стационара в Орловской области. При меньшей облесенности пашни и сенокосно-пастбищных угодий (примерно в 3 раза) колхоз "Ленинский путь" за последние 15 лет имеет фитопродуктивность угодий (в энергетических единицах) в 1,6 раза, а пастбищ и сенокосов – в 1,3 раза меньше, чем Новосильское ОПХ, в том числе фитопродуктивность зерновых в колхозе "Ленинский путь" меньше, чем в ОПХ, в 1,8 раза, сенокосов – в 1,9.

Ресурсный потенциал защищенных лесонасаждениями сельхозугодий и его реализация особенно показательны на песчаных землях. В Обливском ОПХ ВНИАЛМИ, расположенном на Нижне-Чирских песках, создан лесомелиоративный оазис из насаждений сосны и лиственных пород. Здесь на общей площади землепользования 6,6 тыс. га имеется 1100 га лесонасаждений в среднем возрасте 30 лет (16,6 % облесенность).

В преобразованном ландшафте прекратился перенос песка, улучшились агроклиматические характеристики. При среднегодовой сумме активных температур 3100 °С в системе полос на 30 % повысился БКП земли, а коэффициент его использования – почти в 2 раза. Поступление ФАР за период вегетации в этом районе составляет 7,8 млрд кДж/га. Коэффициент ее использования на межполосных полях 2,3 %, а на открытых – 1,7.

Надземная масса сельскохозяйственных культур за последние 5 лет в лесоаграрном ландшафте составляет 10,2 тыс. ц на 100 га сельскохозяйственных угодий, тогда как в открытом – 7,4 тыс. ц. Если до посадки лесонасаждений на лучших песчаных пастбищах собирали 1,6 ц корм. ед., то теперь на естественных пастбищах собирают 2,3 ц корм. ед., а на посевах многолетних трав (люцерны) – до 7,7 ц корм. ед. с 1 га. Продуктивность сельскохозяйственных угодий среди лесных полос с 1950 по 1985 г. возросла почти в 4 раза.

В результате посадки лесонасаждений изменился состав угодий ландшафта. До 1950 г. сельхозугодья (главным образом пастбища) составляли менее 15 % общей площади, остальная не использовалась. Сейчас они занимают более 60 % землепользования, в том числе половина приходится на пашню. Урожайность зерновых культур (ячменя, ржи) составляет в среднем 15,0 ц/га, или 20 ц/га корм. ед. (с учетом солом), урожайность арбузов – 180–200 ц/га.

С учетом продуктивности лесонасаждений общая продуктивность 100 га бывших бросовых песчаных земель после посадки деревьев

увеличилась в 13,5 раза в пересчете на кормовые единицы и в 6 раз – в пересчете на энергетические.

Влияние насаждений как энергонасыщенных биологических систем на соседние участки проявляется в различных формах. Оно зависит от качества самих лесонасаждений и характера их размещения в ландшафте. Наиболее эффективные лесополосы удается вырастить в лесостепной и степной зонах. Здесь они достигают наибольшей высоты и долговечности, формируют сложные по составу и структуре насаждения.

В сухой степи не только беднее ассортимент пород, что ограничивает возможность формирования древостоев, но и жестче пределы их роста, значительно меньшая высота и долговечность насаждений. Еще более сложные условия для роста деревьев в полупустыне, где высота их не превышает 4–5 м, а долговечность в массе – 12–15 лет. Эти условия вынуждают размещать лесополосы ближе друг к другу, чтобы тем самым достигать перекрытия защитным воздействием всей площади полей, на что весьма неохотно идут землеустроители и агрономы.

В 1981–1985 гг. сравнили фактическую роль полезащитных лесных полос в повышении общей продуктивности растениеводства в сложившихся агролесоландшафтах с разной защищенностью угодий. В этих исследованиях были задействованы следующие хозяйства: в лесостепной зоне (Орловская обл.) – Новосильское ОПХ ВНИАЛМИ и соседний с ним колхоз "Ленинский путь"; на обыкновенных черноземах степной зоны (Куйбышевская обл.) – Поволжская АГЛОС и Тимашевский опорный пункт ВНИАЛМИ вместе с расположенными поблизости совхозами "Октябрьский" и "Отрадинский"; на каштановых почвах сухостепной зоны – совхоз "Кулундинский" Алтайского края и соседний колхоз им. Шевченко Павлодарской области; на бурых почвах полупустыни – колхоз "Родина" Харабалинского района Астраханской области с участками облесенных и открытых пастбищ (табл. 2.6).

Наибольший эффект полезащитные полосы дали в лесостепи, наименьший – в полупустыне. В пересчете на каждый дополнительный процент защищенности сельхозугодий рост продуктивности растениеводства, принятый за 100 % в лесостепи, составляет в степи 93, в сухой степи – 47 и полупустыне – 4 %. Разница в энергетических единицах за счет влияния ЗЛН в лесостепи и степи составила 17–26 млрд кДж.

Эти материалы указывают на то, что приоритет полезащитному лесоразведению из древесных пород должен быть отдан в лесостепных и степных регионах страны и лишь отчасти – в сухостепных, где возможно обеспечить размещение полезащитных полос на расстояниях, не превышающих 25–30Н*. Чем больше засолены почвы на юге и юго-востоке, тем осмотрительнее следует сажать полезащитные по-

* Н – расчетная высота древесных пород.

2.6. Годичная продуктивность растениеводства (на 100 га) в лесостепных ландшафтах разных природных зон

Показатель	Лесостепь	Степь	Сухая степь	Полупустыня
Почвы	Серые лесные	Обыкновенный чернозем	Каштановые	Бурые
Гидротермический коэффициент (ГТК)	1,2	0,8	0,7	0,4
Защищенность угодий, %	70	90	60	100
Продуктивность растениеводства, млрд кДж	113,5	124	15	10
Защищенность угодий, %	30	25	0	0
Продуктивность растениеводства, млрд кДж	96,6	98,3	9,8	8,4
Разница в защищенности, %	40	65	60	100
Разница в продуктивности, млрд кДж	16,9	25,7	5,2	1,6
Увеличение продуктивности в расчете на 1 % дополнительной защищенности	0,42	0,39	0,09	0,02

лосы, выбирая для этого участки (оазисы) только с лучшими лесорастительными условиями, менее засоленными и более увлажненными почвами.

Предпочтительнее в этих местах создавать не линейные, а мелкокуртинные насаждения по микропонижениям (типа естественных лесных колков). Линейные же насаждения в аридных зонах следует создавать на пахотных неполивных землях только из кустарников в виде часто расположенных (через 60–100 м) поперек вредных ветров одно-двухрядных кулис.

3. ПОЛЕЗАЩИТНЫЕ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ – ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ЛАНДШАФТНОГО АГРОКОМПЛЕКСА, СОХРАНЕНИЯ И ПРИУМНОЖЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

3.1. ОБОСНОВАНИЕ И ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Полезашитные лесные насаждения являются составной частью системы земледелия и способствуют его интенсификации. Они обладают долговечностью влияния на окружающую среду и высокой экологической чистотой по сравнению с другими видами мелиораций. При небольших затратах на создание для них характерна большая и долговременная отдача в качестве прибавок урожая, воспроизводства плодородия почвы и ее сохранения.

Системы полезашитных лесных полос на полях обуславливают значительную гумидизацию микроклимата и дают дополнительное

влагонакопление (20–60 мм), которое расходуется на формирование урожая (каждые 10 мм влаги дают 100–150 кг биомассы). За счет снегоотложения происходит повышение грунтовых вод в лесоаграрных богарных ландшафтах в среднем за год на 15–25 см. За 30–40 лет грунтовые воды становятся корнедоступными для сельскохозяйственных растений. В условиях орошения, наоборот, влаголюбивые древесные породы способны понизить уровень грунтовых вод на 25–50 см и даже более, что обеспечивает полезный расход грунтовых вод до 1000 м³ с 1 га защищенной пашни.

Все это позволяет под защитой лесных полос получать повышенные урожаи сельскохозяйственных культур: в лесостепи – на 14–33 %, в степи – на 15–24 и в сухой степи – на 24–31 %.

Рентабельность сельскохозяйственного производства благодаря получению дополнительной продукции и снижению ее себестоимости от мелиоративного влияния полос повышается в среднем на 1,8–4 %, растениеводства – на 13 %. Фондоотдача увеличивается от полупустыни к лесостепи. Это свидетельствует о том, что первоочередность создания полезащитных лесных насаждений необходимо дифференцировать по зонам в зависимости от лесорастительных условий и рентабельности.

Размещать системы полезащитных лесных полос нужно с учетом их максимальной отдачи. Поэтому в лесостепи и засушливой северной степи на выщелоченных и обыкновенных черноземах необходимо отдавать предпочтение полезащитному лесоразведению на неполивных (богарных) землях, на южных черноземах и темно-каштановых почвах – неполивных и орошаемых, на каштановых, светло-каштановых и бурых полупустынных почвах – орошаемых землях.

В южной части сухой степи и полупустыне полезащитные лесные полосы в богаре могут создаваться лишь на площадях с корнедоступными пресными грунтовыми водами при наличии солевых горизонтов ниже метрового слоя почвы и солонцеватости не выше 20–25 %. Здесь могут найти применение (даже при недоступных грунтовых водах) куртинные насаждения, создаваемые по западинам, и кулисные – из кустарников.

Взаимосвязь лесорастительных условий с меридиональной зональностью почв и климата обуславливает дифференциацию породного состава деревьев и кустарников, их рост, защитную высоту. На богаре она имеет следующие показатели: в лесостепи – 18–20 м, в степной зоне на обыкновенных черноземах – 16–18 и на южных – 12–14, в сухой степи – 8–10 и полупустыне – 6–8 м. С учетом 30-кратной дальности влияния этих насаждений дифференцируются межполосные расстояния по зонам.

Изменяется число рядов в полезащитных лесных полосах. В лесостепи и северной части степной зоны на мощных и обыкновенных черноземах оптимальные аэродинамические характеристики лесных полос могут быть обеспечены при создании 2–3-рядных лесных полос из дуба, березы, лиственницы, кленов, тополей, липы, вяза обыкновен-

венного; на южных черноземах и темно-каштановых почвах — 3–4-рядных полос из дуба, ясеня, березы, вязов приземистого и обыкновенного, кленов; на каштановых, светло-каштановых и бурых почвах полупустыни — 2–3-рядных лесных полос из вяза приземистого, ясеня ланцетного, робинии лжеакации и гледичии (в южных районах).

Насаждения по указанным регионам создаются соответственно по древесному, древесно-теневому и древесно-кустарниковому типам посадки, хотя не исключается возможность использования кустарников для уплотнения посадок при проектировании других насаждений. Основной принцип создания полезащитных лесных полос — водообеспеченность насаждений, а в сухой степи и полупустыне — дополнительно засоленность почвогрунта. Поэтому как в благоприятных, так и, наоборот, в крайне тяжелых по водообеспеченности условиях могут создаваться чистые насаждения из одних древесных пород или кустарников на засоленных почвогрунтах и почвах, подверженных ветровой эрозии.

Из многолетней лесомелиоративной практики известно, что наиболее устойчивыми являются смешанные насаждения, когда внутренние ряды отводят для посадки главных пород и крайние — для сопутствующих. Последние могут высаживаться чистыми рядами или в смешении с главной породой. Во всех случаях число посадочных мест главной породы должно соответствовать или превышать число сопутствующих пород.

На жизнеспособность лесной полосы, особенно из вяза, существенное значение оказывает расположение в насаждении кустарника. Во всех случаях полоса бывает более устойчивой и долговечной при расположении кустарника в крайних рядах в смешении с главной или сопутствующей древесной породой. Кустарник, вынесенный в опушечные ряды, может препятствовать росту корневой системы древесных пород в горизонтальном направлении, ухудшить водообеспеченность насаждения и сократить его долговечность. Этот фактор приобретает особо важное значение в регионах с недостаточным увлажнением.

Большое внимание при создании полос уделяют конструкции насаждений. По указанным выше регионам лесные полосы создают следующих конструкций: продуваемой, ажурной и продуваемой и ажурной. Ажурная конструкция в сухой степи выполняет почвозащитную, снегонакопительно-распределительную и агрономическую функции, в то время как у продуваемых полос почвозащитные функции минимальные. Формирование конструкции лесных полос начинается в период посадки и выращивания насаждений.

3.2. ВЫРАЩИВАНИЕ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА БОГАРНЫХ ЗЕМЛЯХ

Технология выращивания по ряду элементов (обработка почвы и уход за ней, конструкция, параметры насаждения и др.) дифференцируется по зонам. Если проблемы создания полезащитных лесных полос

в лесостепи при количестве выпадающих осадков, соответствующих или близких к испаряемости, практически не существует, то в сухой степи и полупустыне, где условия произрастания из-за недостатка влаги и засоления почвогрунта неблагоприятны, применение оптимальных технологий при выращивании насаждений имеет важное значение в повышении их устойчивости и долговечности.

Здесь особое внимание должно быть уделено ассортименту древесных и кустарниковых пород. Вяз приземистый, являясь основной древесной породой, оказался неустойчивым. Он не только влаголюбив, как и все ильмовые, хотя временно мирится с недостатком влаги, но в морозные зимы подвержен действию низких температур.

Лесомелиоративная экспедиция ВНИАЛМИ, организованная в 1972 г. в целях выявления причин массового усыхания насаждений на юго-востоке и разработки мер повышения эффективности ЗЛН, показала, что усыхание, как правило, наблюдалось на площадях, несоответствующих условиям произрастания. В частности, эти площади оказались непригодными для богарного полосного лесоразведения: суммы осадков менее 300 мм, почвы (светло-каштановые и бурые полупустынные) сильно солонцеватые с количеством солонцов 25–50 %, залегание солевого горизонта на глубине до 1,0 м (содержание более 0,6 % водно-растворимых солей), грунтовые воды находятся за пределами ризосферы. В этих условиях все древесные породы усыхают в массе в возрасте до 10 лет. Здесь наибольшей устойчивостью отличаются кустарники: тамарикс, скумпия, смородина золотая.

В районах, где количество осадков увеличивается до 350 мм и солевые горизонты на солонцеватых светло-каштановых, каштановых почвах с количеством солонцов до 25 % не обнаруживаются до глубины 1,5 м, древесные породы (вяз приземистый, ясень ланцетный, робиния лжеакация) живут до 20–25 лет. Здесь грунтовые воды также недоступны.

Наиболее благоприятные условия для роста пород создаются на темноцветных почвах, составляющих 5–10 %, лугово-каштановых, несолонцеватых или слабосолонцеватых темно-каштановых почвах вне комплексов или в комплексе с солонцами до 10 %, при расположении солевых горизонтов ниже 2,0 м, в районах, где количество осадков выпадает более 350 мм. Здесь растут вяз, робиния, ясень, гледичия, дуб и другие древесные породы. Продолжительность их жизни составляет 30 лет, а в наиболее благоприятных условиях, где часто встречаются пресные грунтовые воды на глубине 5–6 м, – и до 40 лет.

Состояние лесных насаждений в зависимости от почвенно-грунтовых условий. Исследования показали, что различие в росте и состоянии древесных пород обусловлено комплексностью почвенного покрова, влияющей на древесную и кустарниковую растительность через глубину залегания солевых горизонтов. Отмечено, что лесные насаждения на всех разностях каштановых почв до 10–15 лет и на солонцах, где они гибнут в 7–10 лет, в первые годы растут вполне удовлетворительно.

Раннее усыхание на пятнах солонцов вызывается не только неблагоприятными водно-физическими свойствами солонцовых горизонтов, но и близким (менее 1 м) залеганием водно-растворимых солей в токсичных концентрациях (более 0,6 %). Наличием микропонижений и глубиной залегания солевых горизонтов в значительной степени обусловлена так называемая гофрированность верхнего полога насаждений. Это отмечается в разновозрастных насаждениях из вяза и робинии.

Отрицательно влияют на древесную растительность близко расположенные к поверхности шоколадные глины и кварцевые третичные пески, малопроницаемые для корней. Продолжительность жизни вяза в таких условиях не превышает 10–12 лет при максимальной высоте до 4 м. Древесная растительность по-разному реагирует на неблагоприятные факторы среды.

Вяз приземистый, являясь самой распространенной древесной породой на всех почвенных разностях крайнего юго-востока, резко реагирует на условия произрастания. Устойчивые насаждения в 30 лет и более можно получить только на каштановых почвах в благоприятных лесорастительных условиях при хороших способах выращивания.

Хороший рост вяза повсеместно наблюдается до 5–6-летнего возраста и зависит от качества подготовки почвы, посадки, ухода. Прирост в высоту в отдельные благоприятные годы достигает 1 м, иногда больше, затем он резко уменьшается. Снижение роста прежде всего отмечается на солонцах и на почвах, подстилаемых шоколадными глинами, а с 7–9 лет он замедляется на светло-каштановых почвах. На каштановых и темно-каштановых почвах вяз растет равномерно в течение 10–15 лет.

При залегании воднорастворимых солей на глубине 1 м насаждения гибнут в 5–7 лет. При наличии этого горизонта на глубине 2 м распад древостоев наступает в 10–12 лет, а при залегании солевого горизонта на глубине 3 м – в 15 лет. На выщелоченных почвах долговечность полосных насаждений из вяза можно повысить изменением технологии выращивания (увеличение площади питания, снегонакопление и др.).

Так, на светло-каштановых почвах высота оставшегося (10 %) в понижениях вяза в 30-летнем возрасте была 7–7,5 м, диаметр ствола 17,7 см. Обычная его высота на средних местоположениях в 15–20 лет – 6 м и диаметр 8,5 см. Примерно такой же высоты (6–9 м) он достигает на каштановых почвах в зависимости от условий произрастания.

Относительно устойчивой древесной породой в южных районах является робиния, хотя она в насаждениях встречается реже вяза. В благоприятных условиях зависимость состояния робинии от возраста насаждения до 30–35 лет не прослеживается, что говорит о ее долговечности. Однако она менее морозоустойчива и солеустойчива по сравнению с вязом и уступает ему по высоте на 11–25 и по диаметру на 17–40 %. На выщелоченных лугово-каштановых и каштановых почвах

в 22 года ее высота была 8,7 м и диаметр 15,1 см, а число деревьев хорошего и удовлетворительного состояния — 93 %. На слабовыщелоченной каштановой почве высота ее меньше (5,2 м) и состояние хуже (хороших и удовлетворительных деревьев 54 %).

Ясень ланцетный, как правило, встречается в виде примеси (до 50 %) к вязу, иногда к дубу. На светло-каштановых почвах явления усыхания ясеня в насаждениях 16–25 лет выражены сравнительно слабо. В смешанных насаждениях, когда вяз, как правило, выпадает, ясень сохраняет жизнеспособность.

Если вяз на солонцеватых почвах с близким солевым горизонтом прекращает рост и вскоре отмирает, то ясень длительное время остается живым, но почти не дает прироста в высоту. Для него характерно большое различие по высоте в зависимости от почвы.

На лугово-каштановых почвах понижений он в 20 лет достигает высоты 7–8 м, на светло-каштановых — 4–4,5, а на солонцах — лишь 2,5–4 м. К 20-летнему возрасту ясень сохраняет свою жизнеспособность на 75–80 % даже при залегании воднорастворимых солей на глубине 1–1,5 м. Однако высота его зависит от глубины солевых горизонтов. Так, в 16–25-летнем возрасте высота ясеня равна 3,5 м при залегании их на глубине 1 м и 5,5 м — при залегании солевых горизонтов на глубине 3 м.

Большая поражаемость ясеня древесницей вьедливой и слабый рост в высоту не позволяют рекомендовать его для широкого использования как главной породы на светло-каштановых почвах, за исключением понижений с выщелоченными лугово-каштановыми и темно-каштановыми почвами.

В Ростовской области и Ставропольском крае широкое распространение получила гледичия обыкновенная. Состояние ее на светло-каштановых карбонатных почвах в возрасте 19–25 лет вполне удовлетворительное, высота составляет 6–9 м, диаметр ствола 9,8–11,5 см. Снижение прироста меньше 20 см не отмечено даже в возрасте 25 лет. Исключение составляют посадки на легкосуглинистых светло-каштановых почвах, где снижение прироста до 20 см отмечено в возрасте 15 лет. Это характеризует большую потенциальную возможность роста этой породы в данных условиях (Савельева, Исаева, 1974).

Дуб черешчатый наилучшие насаждения образует на мощных темноцветных почвах западин и балок с корнедоступными грунтовыми водами. Здесь его порослевое возобновление в 27 лет с грунтовой водой на глубине 7 м имеет среднюю высоту 13,2 м, а 20-летнее семенное насаждение на такой же почве с грунтовой водой на глубине 8–9 м — 8,4 м. В менее благоприятных условиях рост в высоту имеет импульсивный характер в связи с различиями влагообеспеченности насаждений в разные годы. Дуб в полезащитных лесных полосах достаточно долговечен и устойчив даже на светло-каштановой почве при условии слабой солонцеватости и засоленности и дополнительном водном питании от снегосбора. Места для посадки следует выбирать с глубоким залеганием (больше 2,5–3 м) солевых горизонтов.

В возрасте 38 лет на каштановой суглинистой почве дуб имел высоту 5,6 м (хороших и удовлетворительных деревьев 83,4 %), на той же почве, на солонцовой – соответственно 6,9 м и 75 %, а на светло-каштановой тяжелосуглинистой слабосолонцеватой – 5,9 и 65,5 %. Выращивание дубовых полос должно быть ограничено почвенным комплексом с участием солонцов меньше 25 %. На солонцах он выпадает одним из первых.

В полезащитных лесных полосах на легких почвах предпочтение должно быть отдано сосне. Однако успех сосновых культур в решающей степени зависит от правильного подбора площадей. Для сосны пригодны выщелоченные песчаные или супесчаные почвы на песчано-глинистых отложениях и, напротив, непригодны маломощные почвы на кварцевых песках, а также суглинистые, обычно солонцеватые, почвы каштановой зоны с близким солевым горизонтом. На легких (супесчаных) почвах сосна по сравнению с вязом отличалась лучшим ростом и состоянием. В 13 лет сосна обыкновенная имела высоту 4,6 м, а вяз в 15 лет – 4,1 м (Кулик, Зюзь, 1974).

Кустарники (смородина золотая, клен татарский, жимолость татарская, скумпия, акация желтая, тамарикс) в лесных полосах по сравнению с древесными породами более устойчивы к засолению почвы и к засухе. Кроме того, они отличаются повышенной приспособленностью к произрастанию на почвах с близкими солевыми горизонтами. На светло-каштановой солонцеватой почве с количеством воднорастворимых солей до 1,3 % на глубине 120 см вяз усов в возрасте 7–9 лет, а скумпия и акация желтая в 14-летнем возрасте растут успешно. На тех же почвах, подстилаемых на глубине 100–120 см шоколадными глинами, хорошо растет смородина золотая, а вяз в 12 лет здесь полностью погиб. Еще большей солеустойчивостью отличается тамарикс. На солончаковатом среднестолбчатом солонце с глубиной залегания солевого горизонта 70 см он имеет хорошее состояние (средняя высота 2,8 м, максимальная – 3,7 м), в то время как все посаженные древесные породы погибли.

Следует отметить, что к подбору кустарников надо подходить дифференцированно. И не только из-за их отношения к засолению почвы, но и к расходованию влаги. Больше ее расходует акация желтая (438 г за 1 ч на одно растение в 6-летнем возрасте) и меньше – жимолость татарская и смородина золотая (соответственно 69–90 г и 83). Вяз, к примеру, расходовал за то же время 697–1700 г, ясень – 475–545, клен татарский – 83–143, дуб – 58–64 г (Качинский и др., 1971). Поэтому акацию желтую целесообразно использовать лишь в кулисных насаждениях, а жимолость татарскую, смородину золотую и клен татарский – в полезащитных лесных полосах в смеси с древесными породами.

Насаждения из кустарников и древесных пород благодаря накоплению в них снега способствуют выщелачиванию воднорастворимых солей. В 10-летней вязовой лесной полосе на светло-каштановой почве

повсеместно наблюдалось понижение солевого горизонта от снеговой воды с 0,2 до 2 м, а общее количество солей в 3-метровой толще уменьшилось на 200 т/га. Это говорит о том, что при реконструкции старых лесных полос создание новых целесообразно осуществлять на месте прежних или в непосредственной близости от них, в местах отложения снежных шлейфов.

Рост и состояние полезащитных лесных насаждений в зависимости от технологии их создания. На рост и состояние существующих насаждений оказывают влияние подготовка почвы, размещение древесных пород и кустарников, число рядов и другие факторы.

В каштановой зоне почва на площадях, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования, готовится по системе черного пара. После уборки зерновых проводят лущение стерни, затем через 2–3 недели почву пашут на глубину 27–30 см. Лучшие сроки вспашки – август – начало сентября. Ранней весной осуществляют боронование, в весенне-летний период – 3–4-кратную культивацию пара, осенью – безотвальное рыхление на глубину 25–27 см с доуглублением пахотного слоя до 35–40 см почвоуглубителями.

В опытном порядке на почвах с повышенным количеством солонцов вносили органические удобрения (30 т) и гипс. Лучшие результаты по росту вяза и робинии были получены при совместном внесении навоза и гипса или одного гипса, когда его вносили осенью и весной перед посадкой.

Полезащитные лесные полосы закладывались с различной шириной междурядий: 1,5, 2,5, 3 и 4 м, а в порядке опыта – 10 и 13 м. Выявлена прямая зависимость интенсивности роста по высоте и диаметру от ширины междурядий. Наиболее заметна разница в росте на каштановых и темно-каштановых почвах при расстоянии между рядами 1,5 и 3–4 м. Высота 60-летнего вяза приземистого в первом случае была 1,8, во втором 3,6–4,8 м, в 15 лет соответственно 6,1 и 7,2 м. На светло-каштановых почвах разница в росте обнаруживается весьма рельефно с междурядьями 1,5–3 и 13 м.

Положительное влияние увеличения ширины междурядий на рост вяза наблюдалось и на солонцевато-солончаковой почве (светло-каштановой и бурой). Однако долговечность насаждений с увеличением ширины междурядий и площади питания здесь увеличивается мало (на 2–3 года) в виду близкого залегания солевых горизонтов. В более благоприятных условиях различия в долговечности насаждений при увеличении междурядий значительно возрастают. По данным С. Я. Краевого (1968), при увеличении междурядий с 1,5 до 4 м долговечность вяза на ергенях повышается в среднем с 17 до 25 лет.

Различия в росте и состоянии насаждений проявляются и при изменении числа рядов. Двухрядные полосы из вяза устойчивее 4–5-рядных. Особенно это преимущество заметно в двухрядной 15-летней полосе на каштановой почве, где высота вяза в 1,3 раза, а сохранность в 2,3 раза больше, чем в 5-рядной полосе. Объясняется это

большой площадью питания за счет "опушечного эффекта". При большем числе рядов средние ряды из-за недостаточной площади водного питания угнетаются, отстают в росте и усыхают.

В 15-летней 5-рядной лесной полосе на каштановых почвах средняя высота вяза в крайних рядах была 7,2–7,9, во внутренних – 5,7–6,5 м. Деревьев в хорошем и удовлетворительном состоянии было соответственно 58,5–83,5 и 0–27,3 %. Как показали наблюдения, "опушечный эффект" лесных полос, примыкающих к обрабатываемым полям, начинает проявляться уже с 6–8-летнего возраста. Особенно сильно это различие наблюдается в полосах с узкими междурядьями. Более отзывчив на увеличение площади питания вяз приземистый. Дуб меньше отличается по росту в опушечных и средних рядах.

В устойчивых насаждениях вяза и робинии старше 10–15 лет каждое дерево имело в среднем 3,5 кг сухих листьев, а смородина золотая – 0,4–0,6 кг. Транспирационный коэффициент для древесных пород 1100–1200, кустарников – 800–1000. При расходе влаги для древесных пород 4 и кустарников 0,4 м³ площадь питания может достигать соответственно 10–12 и 2–4 м². Близкую к расчетной площадь питания можно получить при посадке двухрядных полос с широкими закрайками. Здесь древесная порода чередуется с кустарником.

В особо сухих условиях кустарник вводится только в один ряд со стороны метелистых ветров или с южной стороны. Полосы из робинии должны создаваться не менее чем в 3 ряда с наличием 30 % кустарников. Отсутствие последних, особенно в полосах из робинии, ведет к быстрому остепнению почвы. Определение фитомассы травостоя показало, что на участках, где ведется 1–2-кратный уход в междурядьях, она достигает 4–6, в полосах без него 15–20 ц/га. Освещенность этих насаждений 50–60 %. Такие травостои используют 50–100 мм влаги. Следовательно, число уходов во взрослых насаждениях должно составить не менее трех за вегетационный период.

Изложенные выше положения (глубокое безотвальное рыхление почвы, уменьшение числа рядов в насаждении, увеличение ширины закраек) нашли отражение в исследованиях, проводимых в последние 10 лет. Создание куртинных насаждений ландшафтного типа начато в 1989 г. Ранее были посажены кустарниковые кулисы в Калмыкии и Западной Сибири.

Современная технология выращивания полезащитных лесных полос. На богарных землях она в основном отражает высказанные выше положения. Технология базируется на максимальном применении средств механизации при выращивании насаждений и использовании химических средств для борьбы с сорной растительностью в их рядах.

Известно, что во всех случаях лучшие результаты по накоплению влаги, приживаемости и росту растений, а также содержанию почвы в чистом от сорняков состоянии дает черный пар. Даже достаточное увлажнение почвы при некачественной ее обработке не компенсирует

приживаемость и рост древесных пород. Важное значение придается глубине обработки почвы, что способствует активизации процесса рассоления солонцеватых почв. При этом улучшаются водно-физические свойства, повышаются запасы влаги, разрушается уплотненный горизонт почвы и создаются условия для лучшего роста корней древесных пород.

Система подготовки почвы, при которой можно получить оптимальные результаты по приживаемости, росту и повышению устойчивости насаждений, характеризуется следующими показателями. На оподзоленных, выщелоченных и обыкновенных черноземах после уборки зерновых осуществляется лущение почвы, зяблевая отвальная вспашка на 27–30 см с одновременным доуглублением на 35–40 см, весеннее покровное боронование, культивация пара, осенняя безотвальная вспашка почвы на 27–30 см, предпосадочная культивация. На чистых от сорняков полях, находящихся на оподзоленных и выщелоченных черноземах, допускается посадка по обычной отвальной зяблевой вспашке с доуглублением на 35–40 см.

На южных черноземах, темно-каштановых, каштановых и светло-каштановых почвах наряду с лущением, весенним покровным боронованием и летней культивацией пара в установленные сроки осенью первого года осуществляются безотвальное рыхление на 50–60 см и отвальная вспашка плугом на 27–30, а осенью второго года – безотвальная перепашка пара на 27–30 см и вместо культивации – предпосадочное боронование. В зимний период обязательно проводится снегозадержание.

На комплексных почвах с солонцами более 25 % осуществляется их коренная мелиорация. Основной задачей здесь является выравнивание верхнего профиля полосы или максимальное уменьшение так называемой гофрированности (зубчатости), вызванной наличием солонцов, а также приближение условий произрастания к зональной почве.

Для этого рекомендуется 2–3-летнее парование, обычная вспашка (27–30 см) и глубокое рыхление на всю мощность карбонатного горизонта (130–150 см). Для усиления мелиоративного эффекта в почву вносят мелиоранты (отработанные промышленные отходы серной кислоты, гипс, фосфогипс и др.). Их рекомендуется применять в районах, где в среднем за год выпадает не менее 330–350 мм осадков. При этом количество мелиоранта, необходимое для вытеснения обменного натрия из почвенно-поглощающего комплекса, рассчитывают через эквивалентное соотношение к чистому гипсу. При 5–7 мг · экв обменного натрия на 100 г почвы и мощности мелиорируемого слоя 60 см доза внесения мелиоранта 150–200 т/га.

По данным Н. Д. Ашнина (1981), глубокое рыхление уменьшило объемную массу до 130–150 см, увеличило порозность светло-каштановой почвы на 19 и солонца на 29 %. Средняя сохранность влаги в 3-метровой толще составила соответственно 49 и 54 %. При внесении мелиорантов сохранность влаги увеличилась на 19 и 11 %. За 3 года

парования общий запас солей в метровом слое по сравнению с исходным уменьшился на 35 %.

Приживаемость робинии и вяза при глубоком рыхлении на солонце улучшилась на 9–17 %, внесение мелиорантов увеличило приживаемость этих пород на 11–12 %. Рост робинии в высоту при глубокой обработке был интенсивнее на 48–65 %. Вяз меньше реагировал на глубину обработки. Внесение мелиорантов улучшило прирост древесных пород, увеличило биомассу робинии на 35, вяза – на 53 %.

Общие затраты в период выращивания при глубоком рыхлении по сравнению с плантажем уменьшаются на 20 %. Однако внесение мелиорантов резко увеличивает стоимость посадки 1 га полос.

Глубокое рыхление полезно и на зональной почве. Безотвальное рыхление на глубину 100 см по сравнению с рыхлением на 60 см позволяет увеличить мощность слоя почвы, аккумулирующего влагу, разрыхлить карбонатный слой и улучшить рост древесных пород. Так, высота 4-летнего вяза приземистого на каштановой почве при увеличении глубины рыхления увеличилась в 1,5 раза.

Аналогичные данные можно привести и по южным черноземам. Сравнительная оценка безотвального рыхления на глубину 70–75 и плантажной вспашки на глубину 50–60 см показала улучшение приживаемости и роста березы повислой. В 3-летнем возрасте ее приживаемость составила соответственно 78 и 69 %, а высота 140 и 105 см, или на 33 % больше. Безотвальное рыхление осуществляют рыхлителями РУ-60-2,5 и РНТ-0,8.

Эта операция позволяет повысить производительность почвообрабатывающих агрегатов и экономить материально-технические ресурсы. По сравнению с отвальной вспашкой на ту же глубину производительность увеличивается на 40 %, затраты на обработку 1 га почвы в машино-часах уменьшаются на 30 %, а прямые эксплуатационные издержки – в 3 раза.

Для пахоты используют пятикорпусный плуг "Труженик", четырехкорпусный "Пахарь", ППН-40 в агрегате с трактором класса 3, а также плуги ППН-50 и ППУ-50А в агрегате с трактором класса 6. Для обработки паров применяют навесной культиватор КПН-4Г, прицепной КПГ-4, плоскорез КПП-2,2, тяжелую дисковую борону БДТ-2,2 и др.

К одному из агротехнических приемов, способствующих незначительному улучшению водного питания растений, следует отнести уширение закраек лесных полос. Оно может найти применение лишь в районах с недостаточной водообеспеченностью. Так, на светло-каштановой почве в слое 1,5 м запасы влаги в закрайке шириной 5 м в среднем за вегетационный период составили 318 мм, а в закрайке шириной 2 м – 279 мм. Широкая закрайка обеспечила повышение влаги на 39 мм (13 %). Оценка влаги в лесной полосе (междурядье с закрайкой) дала аналогичные показатели. На участке вязовой полосы с широкой закрайкой среднесезонный запас влаги составил 316, а с узкой – 284 мм, или в первом случае влаги было больше на 32 мм (11 %).

Некоторый объем воды можно обеспечить за счет устройства так называемых микролиманов в междурядьях и закрайках лесных полос. Они дают дополнительно весной от снеговой воды до 90 мм и летом от ливневых осадков — 50 мм. Кроме того, дополнительная вода позволяет уменьшить количество солей в почве до 10 т/га за 5–6 лет и при внесении удобрений увеличить прирост древесных пород на 11–38 %.

Некоторое накопление влаги (10–20 %) дают мульчирующие покрытия, в частности синтетические пленки. Под их защитой повышается сохранность (на 10–15 %) и улучшается прирост растений: вяза — на 10 %, а при орошении тополей и лиственницы — на 40–45, ореха черного — на 40, дуба пирамидального — на 10 %.

Как известно, сорняки забирают до 100 мм воды, поэтому сразу же после посадки осуществляют мероприятия по уходу за почвой: боронование и культивацию. Для обработки междурядий применяют лесные культиваторы КЛ-2,6, КСГ-5, КРН-3,5, КРН-4,2, а для обработки рядов — КРЛ-1А, КБЛ-1, КВЛ-2, КУН-4. Наиболее эффективно культиваторы работают при высоте сорняков до 10 см. Превышение этой высоты резко снижает качество обработки почвы. Утверждение о том, что уходы следует проводить через 20–22 дня, не логичны, т. к. частота уходов за почвой находится в прямой зависимости от ее увлажнения.

В качестве ориентировочных может быть принято следующее число уходов за почвой: в первые два года (в рядах и междурядьях) 4–5, на третьем году в рядах 2–3, в междурядьях 3–4, в последующие годы в рядах 1–2, в междурядьях 2–3.

Основная масса корней древесных растений развивается в слое до 50–70 см. При глубокой перепашке отросшие корни в верхних горизонтах периодически уничтожаются. Это не может не влиять на состояние древесных пород и их устойчивость, особенно в районах с недостаточным увлажнением почвы. Ведь корневая система, расположенная в верхних горизонтах, способна усваивать влагу небольших осадков и конденсат паров воздуха. В связи с этим глубина рыхления и перепашки почвы не должна превышать 16 см, на что неоднократно указывал Б. И. Логгинов (1978).

В целях повышения эффективности борьбы с оставшимися после культивации сорняками, сокращения потребности в технике и устранения ручного труда для прополки применяют гербициды. Их вносят опрыскивателями штангового или вентиляторного типа, обрабатывая защитную зону рядов, что составляет 15–20 % площади лесной полосы.

В лесных полосах высотой до 1 м гербициды почвенного действия рекомендуется применять рано весной до появления всходов сорных трав и распускания почек у древесных пород или осенью после сбрасывания листьев. В обоих случаях допускается сплошное опрыскивание древесных растений. В лесных полосах высотой больше 1 м химическую обработку проводят также в период вегетации древесных пород по отросшим сорнякам препаратами листового действия путем направленного низового опрыскивания. Распылители устанавливают

на высоте 20–30 см от поверхности земли. Обработка гербицидами почвенного действия одноразовая, листового (контактного) – ежегодно 1–2 раза за вегетацию.

Расход жидкости при внесении гербицидов почвенного действия 500–600, листового – до 1200 л/га. При средней высоте сорняков до 10 см и численности их до 100 шт/м² расходуют 500–600 л/га, при большей засоренности расход рабочего раствора увеличивают до 1000–1200 л/га, а рекомендуемую дозу препарата повышают на 50 %.

Рекомендуемые дозы гербицидов при содержании гумуса в почве более 3 %: симазин с далапоном 5 + 7 кг/га, атразин с далапоном 4 + 7 кг/га. Эти дозы применяют в полосах из дуба и груши. Смесью симазина с далапоном (4 + 7 кг/га) опрыскивают почву в полосах из березы, тополей, ясеня, вяза, липы, клена, рябины и др., а смесью атразина с далапоном (3 + 7 кг/га) – из лиственницы, робинии, смородины и др. При содержании гумуса в почве менее 3 % симaziном с далапоном в дозах 2 + 7 кг/га опрыскивают почву в полосах из робинии, а в дозах 3 + 5 кг/га – из вяза, дуба, груши, ясеня, смородины и др. Вегетирующие сорняки обрабатывают аминной солью 2,4-Д с далапоном в дозах 2 + 8 кг/га в полосах из всех видов деревьев и кустарников. Используют и другие препараты.

Гербициды вносят в почву как осенью, так и весной сразу же после посадки, до распускания почек. Посадку осуществляют сеянцами, используя лесопосадочные машины СЛЧ-1, ССН-1, СЖУ-1. Лесные полосы преимущественно создают рядовым способом как наиболее простым и оправдавшим себя в лесомелиоративной практике.

При рядовом способе посадки растения в ряду размещают через 1,5–2 м. Расстояния между рядами на выщелоченных и обыкновенных черноземах – 2,5–3 м, на южных черноземах и почвах каштанового типа – 3–4 м, в крайне тяжелых условиях допускается расстояние между рядами 4,5 м. Даже при таких междурядьях указанная выше расчетная площадь питания не обеспечивается. В ряде случаев применяют также диагонально-групповой, шахматный, группово-рядовой способы посадки, обеспечивающие проведение механизированных уходов.

При диагонально-групповом способе сеянцы древесных пород в продольных рядах размещают группами по 3–5 растений. Форма групп ромбическая или пунктирная. Расстояние между группами в ряду 7–9, между рядами 1,6–2 м. На 1 га около 800 посадочных мест. В районах с малым количеством осадков применим шахматный способ посадки древесных пород, позволяющий проводить перекрестную обработку почвы в насаждениях. Расстояние между сеянцами в ряду вдоль полосы 5–8, ширина продольных междурядий 2 м.

При рядовой посадке можно создать оптимальные аэродинамические характеристики полос, регулирующие ветровой режим и выполняющие почвозащитную, снегораспределительную и агрономическую роль. Тем не менее в противоречие с аэродинамическими показателями вошел принцип размещения растений в насаждении.

В связи с лучшей водообеспеченностью и массовым отращиванием сорняков большую часть уходов, как правило, проводят в первой половине вегетационного периода. Достаточно сложным является вопрос об их продолжительности. В соответствии с "Инструктивными указаниями" (М., 1973) уходы в рядах рекомендуется проводить по мере надобности до смыкания крон, а в междурядьях в лесостепной зоне — до 4–6 лет, в степной на черноземах — до 8–10, на почвах каштанового типа — до 10–12 лет, в полупустыне — нередко в течение всей жизни насаждения.

Большое влияние на сохранение влаги в почве оказывает глубина обработки почвы в рядах и междурядьях насаждений. Во всех зонах глубина обработки почвы в рядах составляет 6–8 см, а в междурядьях она дифференцируется. В лесостепи первую культивацию проводят на глубину до 8 см, последующие — на 10–12–14 см, в степи и полупустыне — соответственно в обратном порядке.

Кроме того, на почвах каштанового типа один раз в 2–3 года осуществляют осеннюю перепашку междурядий для рыхления уплотнившегося вследствие проходов почвообрабатывающих орудий слоя. Рекомендуемая глубина вспашки (до 18–20 см) здесь не увязывается с максимальной глубиной культивации и ростом корневых систем. Известно, что для большинства древесных пород при уменьшении числа рядов с 5 до 2–3 в принципе должно уменьшаться расстояние между растениями в рядах. Вместе с тем сближение растений в рядах повлечет за собой уменьшение площади питания, особенно в сухой степи и полупустыне.

Выход следует искать во введении кустарников в ряды насаждений. Здесь следует найти оптимальные решения, имея при этом в виду, что кустарники также расходуют влагу. Поэтому их количество не должно превышать 25–30 %. Как говорилось выше, посадку кустарника можно ограничить лишь крайними рядами (одним или двумя) или размещать каждый куст через два дерева. Во внутренних рядах для сбалансированности водного питания расстояния между растениями следует увеличивать, но в пределах, соответствующих оптимальным ветропроницаемости и площади питания.

При создании лесных полос из светолюбивых древесных пород (робиния, гледичия) требуется посадка в обоих крайних рядах хорошо облиственного кустарника, такого, как ирга, скумпия и др.

Увеличения площади питания можно добиться при создании лесных полос со сближенными рядами или так называемых парно-рядовых посадок. Здесь ширина междурядий (1,3 м) рассчитана на свободный проход трактора и обработку почвы в рядах культиватором КРЛ-1А, КБЛ-1 или КУН-4 со стороны закраек, как это практикуется в условиях орошения.

В полосе из двух рядов можно оставлять закрайки шириной 5–6 м в пределах отведенной площади для создания полезащитной лесной полосы. В 4-рядной полосе спаренные ряды располагаются по периферии обычно принятой ширины междурядья для данной зоны.

В обоих случаях посадка и уход за почвой могут быть полностью механизированы. Обработка вегетирующих сорняков гербицидами должна производиться со стороны закраек и широкого междурядья.

Преимущество этого способа — возможность механизации технологических процессов, увеличение площади питания в двухрядных лесных полосах при широких закрайках, экономия площади при проектировании обычной ширины закраек и междурядья в 4-рядной (со сближенными рядами) полосе. Недостаток — увеличение ветропроницаемости при создании двухрядных полос со сближенными рядами, что потребует введения кустарника в оба ряда или в опушенный ряд при создании 3-рядной полосы с одним широким междурядьем, несколько худшая водообеспеченность и рост полосы при обычной ширине закраек и междурядья между сближенными рядами по сравнению с рядовой посадкой.

Во всех природных зонах лучшим посадочным материалом являются сеянцы древесных пород и кустарников. В исключительно благоприятных по водообеспеченности условиях произрастания (лесостепь) при создании лесных полос в качестве посадочного материала можно наряду с сеянцами использовать саженцы древесных пород, а также в ряде случаев применять залужение в защитной зоне ряда. Однако оно иссушает почву. Так, в условиях орошения продуктивный запас влаги в почве снизился на 10 %, а прирост тополей — на 10–20 %.

Ассортимент древесных пород и кустарников. В полезащитных лесных полосах он играет важную роль. Правильный подбор соответствующего условиям произрастания ассортимента пород является залогом создания устойчивого и долговечного насаждения. Если в благоприятных условиях произрастания вся полоса создается из одного ассортимента пород, то в тяжелых лесорастительных условиях ассортимент пород по трассе лесной полосы, как правило, дифференцируется с учетом зональных почв и солонцеватых участков, на которых высаживают солевыносливые растения.

Полезащитные лесные полосы выращивают в основном из наиболее ценных древесных пород, показавших хороший рост и большую устойчивость в соответствующих им условиях произрастания. В последнее время широко используют селекционно улучшенные древесные породы, гибриды и пирамидальные формы (дуб, тополь). Ведутся исследования по выведению пирамидальных и мачтовых форм робинии лжеакации, а также зимостойких форм. Это даст возможность продвинуть эту древесную породу севернее ее ареала.

Ценной породой в южных районах является гледичия, которая также заслуживает внимания для продвижения ее севернее существующих границ ареала. В то же время такие древесные породы, как лиственница и береза, должны найти применение в более южных районах и обогатить скудный ассортимент полезащитных лесных полос. Здесь должны сказать свое слово селекционеры.

Хорошо зарекомендовала себя в полезащитном лесоразведении в засушливой черноземной степи лиственница сибирская, в том числе ее

селекционно-улучшенные формы, которые превышают прирост обычных до 40 %. Более широкое распространение должен получить пока-завший наибольшую устойчивость в полупустынной зоне, хотя и более восприимчивый к голландской болезни вяз обыкновенный.

Особо следует отметить древесные породы и кустарники, отличающиеся своей солеустойчивостью. К числу наиболее солеустойчивых древесных пород относится тамарикс, лох. Достаточно солестойки также робиния лжеакация, вяз приземистый, гледичия обыкновенная, дуб черешчатый, ясень ланцетный, шелковица белая, груша обыкновенная, клен татарский, можжевельник виргинский, абрикос, бирючина, жимолость татарская, скумпия, акация желтая, смородина золотая, тополь Болле и черный (в условиях полной влагообеспеченности).

Эти древесные и кустарниковые породы достаточно хорошо растут на почвах, содержание хлора в которых не превышает 0,02–0,03 % от их массы. На почвах, где содержание его больше 0,04 %, большинство древесных пород имеют низкую приживаемость и плохой рост. При увеличении содержания хлора в почве до 0,05–0,08 % робиния, тополь черный, ясень ланцетный сохраняют жизнедеятельность, но прирост в высоту уменьшают в 2 раза. При содержании в почве хлора 0,115 % растут лишь наиболее солестойкие древесные породы (лох, тамарикс), тогда как другие погибают.

К числу основного ассортимента древесных пород и кустарников, которые могут быть рекомендованы для полезащитного лесоразведения в различных почвенно-климатических зонах, относятся следующие.

В лесостепи — лиственница сибирская, береза повислая, дуб черешчатый, тополь бальзамический и канадский, ясень обыкновенный, сосна обыкновенная и крымская (на легких почвах), липа мелколистная и крупнолистная, клен остролистный, вяз обыкновенный, груша лесная, робиния лжеакация (в южных районах), смородина золотая, ирга, лещина, рябина обыкновенная, облепиха.

В степи применяют те же древесные породы и кустарники, что и в лесостепи. Дополнительно к ним можно отнести платан, тополь берлинский и канадский, орех черный, граб (для южных районов), клен татарский, скумпия, жимолость татарскую, алычу, бузину.

В сухой степи — гледичия обыкновенная, дуб черешчатый, робиния лжеакация, вяз приземистый, ясень ланцетный, каркас западный, сосна обыкновенная, вяз обыкновенный, груша лесная, клен татарский, скумпия, смородина золотая, алыча, ирга, тамарикс, жимолость татарская.

В полупустыне — робиния лжеакация, вяз приземистый, гледичия обыкновенная, ясень ланцетный, смородина золотая, скумпия, лох узколистный, вяз обыкновенный.

3.3. ВЫРАЩИВАНИЕ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Потребность в лесной защите сельскохозяйственных культур от суховеев и ветровой эрозии не отпадает и в условиях орошения, хотя следует признать, что эти факторы при поливе значительно сглажены. Кроме того, в системе лесных полос улучшаются технические условия полива сельскохозяйственных культур дождеванием. Велико значение лесных полос в защите гидросооружений от засыпания мелкоземом и песком. Они выполняют также роль биологического дренажа и снижают опасность вторичного засоления и заболачивания. Полезащитные лесные полосы на орошаемых землях повышают урожайность сельскохозяйственных культур.

Поливы вносят ряд особенностей в технологию выращивания лесных полос. Поэтому очень важно правильно разместить лесные полосы на орошаемой территории.

Размещение лесных полос. Его осуществляют с учетом возможности использования поливной техники, максимальной защиты полей от воздействия неблагоприятных природных факторов, улучшения микроклимата, гидрологических условий, оптимальной организации территории сельскохозяйственных угодий.

Систему лесных насаждений на орошаемых землях составляют полезащитные лесные полосы, размещаемые по границе полей севооборотов, а если эти поля большие, то и внутри них, а также вдоль каналов внутрихозяйственной оросительной сети, выполняющих поле- и каналозащитную роль, вдоль крупных каналов и дорог.

Расстояние между лесными полосами определяют исходя из расчетной высоты древесных пород (H , м) и дальности их эффективного влияния на ветровой режим в летнее время ($30H$), а также способов и техники полива защищаемых полей. Защитная высота лесонасаждений для засушливой степи составляет 18–20 м, сухой степи и полупустыни – 15–17, на рисовых системах – 20–25 м. При использовании широкозахватной поливной техники расстояние между полосами устанавливают кратным ширине захвата машин или их секций (при работе с уменьшенным числом секций и опор).

На оросительных системах с регулярным поливом дождеванием, по бороздам или полосам расстояния между основными лесными полосами на черноземных, лугово-черноземных, лугово-болотных и подобных им почвах принимают равными 600 м, на почвах каштанового типа – 500 и на бурых полупустынных почвах – 400–450 м. На рисовых оросительных системах при поливе затоплением чеков (при посадке тополей) эти расстояния соответственно увеличены: 800, 700 и 600 м.

На межполосных полях применяют дождевальную машину "Волжанка" (одно крыло) с учетом однорядной посадки вдоль полевого трубопровода и дождевальный агрегат ДДА-100М. Дождевальную машину "Фрегат" используют с уменьшенным (до 10) числом опор, а

"Днепр" — с уменьшенным (до 10) числом секций. Лесные полосы с учетом всей ширины захвата дождевальных машин размещают на ограниченных участках в целях увеличения лесистости и биологического благоустройства территории, а также на участках с близкими грунтовыми водами.

Важно правильно разместить лесную полосу относительно крыла дождевальной машины. Это обеспечит ее свободный проход и полив полосы. При посадке древесных пород с пирамидальной формой кроны расстояние между стволом дерева и концевой частью крыла принимают 3—4, а с непиримидальной — 5—6 м. Лесные полосы размещают параллельно одна другой на участках с фронтальным движением дождевальных машин, а также параллельно или по периферии круга — при круговом движении.

Вследствие лучших лесорастительных условий на орошаемых землях по сравнению с неорошаемыми изменяется структура насаждения, увеличивается облиственность, что позволяет уменьшить число рядов без значительного ухудшения их аэродинамических и агрономических показателей. Продольные (основные) полезащитные лесные полосы создают из двух-трех, а поперечные (вспомогательные) — из двух рядов древесных пород. На рисовых оросительных системах продольные лесные полосы проектируют из одного-двух рядов, а поперечные — из одного. Однорядными создают и лесные полосы вдоль полевых напорных трубопроводов на участках орошения дождевальными машинами "Волжанка". При таком размещении полос дождевальные машины поливают одновременно сельскохозяйственные культуры на поле и лесные насаждения.

Однако даже в условиях орошения все приемы выращивания лесных полос должны быть направлены на бережное расходование влаги и накопление ее. К основным агротехническим приемам относится хорошая подготовка почвы и уход за ней.

Подготовка почвы. В условиях орошения, как и на богаре, она должна отличаться особой тщательностью. Многолетний опыт выращивания лесных полос показывает, что ее упрощение приводит к снижению приживаемости и сохранности растений. Лучшие показатели по росту тополей и снижению засоренности почвы были получены при глубокой пахоте. Засоренность в первые два года была меньше, чем при обычной вспашке. На третьем году эта разница была незначительной. Увеличение прироста тополей от глубокой пахоты проявлялось в течение трех лет.

Тополя, посаженные в почву, подготовленную по системе черного пара, при шестикратных поливах имели большую сохранность и высоту по сравнению с посаженными в почву, которая была вспахана по зяби, соответственно на 10 и 29 %. Поэтому система черного пара более целесообразна на участках, менее обеспеченных влагой, засоренных и вносью осваиваемых под орошение. Во всех других случаях посадку лесных полос можно проводить по зяблевой вспашке почвы.

Посадка. На орошаемых землях посадка лесных полос осуществляется теми же лесопосадочными агрегатами, что и на богаре, но часто из-за необходимости переездов через каналы и проездов по дамбам посадку выполняют одной машиной. Во всех случаях нужна тщательная маркировка. Непременным условием при закладке лесных полос и особенно внутри поля (между оросителями) на участках, где полив осуществляется дождевальным агрегатом ДПА-100М, должно быть строго прямолинейное движение трактора. Для этого определяется центральная (осевая) линия лесной полосы между осями дорог смежных оросителей (с обоих концов) и осуществляется ее провешивание на всем протяжении. В случае применения других дождевальных машин — между напорными трубопроводами.

На орошаемых землях полосы закладывают в основном рядовым способом с междурядьями 3 м, а при посадке полос со сближенными рядами — 1,3 м. Расстояние в ряду при посадке узких трехрядных полос из пирамидальных тополей не должно превышать 1,5 м, а однодвухрядных — 1,0 м. Если же сажают ширококронные древесные породы, то эти расстояния принимают соответственно 1,5–2,0 и 1,0–1,5 м. Увеличение расстояния в рядах резко повышает ветропроницаемость и снижает агрономическую эффективность полос.

Для создания лесных полос лучшим посадочным материалом являются одно-, двулетние сеянцы и однолетние укорененные черенки. В хорошо увлажненных местах можно применять неукорененные черенки и саженцы.

Ассортимент древесных пород и кустарников. При орошении он может быть более разнообразен, чем на богаре. Лесные насаждения создают из быстрорастущих, долговечных и хозяйственно ценных пород, в наибольшей степени отвечающих назначению полос.

Породный состав устанавливают с учетом климатических факторов, характера защищаемых объектов, почвенно-грунтовых и гидрогеологических условий, а также перспектив их изменения в процессе эксплуатации оросительных систем.

На участках с хорошим увлажнением лесные полосы создают из влаголюбивых древесных пород тополей (преимущественно пирамидальной формы), древовидных ив и др., а на участках, менее обеспеченных влагой, — из ореха черного, лиственницы, дуба, платана, березы, вяза, ясеня и др.

На орошаемых землях лесные полосы создают в основном из древесных пород. Кустарники высаживают в опушечные ряды со стороны степи на участках, где крупные каналы проходят по неорошаемой площади, для защиты их от заноса остатками сорной растительности, песком и мелкоземом.

Лесные полосы вдоль каналов (участковых и хозяйственных) внутрихозяйственной оросительной сети, по границам полей и внутри них создают из главных или главных и сопутствующих древесных пород, а в местах с близким залеганием пресных грунтовых вод — из одной главной породы.

Во всех других случаях лесные насаждения могут быть как чистыми, состоящими из одной древесной породы, так и смешанными, имеющими в своем составе две древесные породы или более. В последнем случае их чередуют рядами только из одной породы. На рисовых оросительных системах лесные полосы создают преимущественно из тополей.

Схемы посадки могут быть чистые: тополевые, ивовые, березовые, вязовые, сосновые, лиственничные, ореховые и смешанные: тополево-березовые, тополево-вязовые, тополево-ивовые, дубово-гледичиевые, дубово-кленовые, дубово-лиственничные и др.

Основной ассортимент древесных пород следующий.

В лесостепи — лиственница сибирская и европейская, дуб черешчатый, береза повислая, ясень обыкновенный, липа мелколистная и крупнолистная, клен остролистный, сосна обыкновенная, тополь канадский, бальзамический и пирамидальный, груша лесная, смородина золотая, лещина обыкновенная, ирга, рябина, облепиха.

В степи — те же древесные породы, что и в лесостепи, а также орех черный и грецкий, робиния лжеакация, гледичия (в южных районах), шелковица белая, каркас западный, платан восточный, тополя (осокорь х пирамидальный, пирамидальный х берлинский, Петровский, "Мичуринец", башкирский, "Максим Горький", пирамидальный х осокорь), скумпия, жимолость татарская, алыча, бузина, платан.

В сухой степи — дуб пирамидальный, вяз приземистый и обыкновенный, береза повислая (на незасоленных почвах), гледичия, робиния (в южных районах), сосна обыкновенная и крымская, платан восточный, орех черный и грецкий, груша лесная, ясень ланцетный, клен остролистный и полевой, каркас западный, тополя (канадский, пирамидальный х осокорь, пирамидальный Вислицена, пирамидальный х х берлинский), смородина золотая, алыча, ирга, жимолость татарская, тамарикс, скумпия.

В полупустыне — те же древесные породы и кустарники, что указаны для сухой степи.

Полив лесных полос. В условиях орошения это обязательное агротехническое мероприятие. При изучении режима полива на светло-каштановых почвах относительно хорошие условия роста засухоустойчивых древесных пород — дуба, вяза и ясеня — поддерживались при снижении влажности не ниже 75 % НВ в первый и 60 % — в последующие годы. При норме полива до 600 м³/га в первый, до 900 м³/га — во второй и до 1200 м³/га в последующие годы рекомендуется три полива в средний и четыре в острозасушливый по метеорологическим показателям межполивной период. При этом высота пятилетнего дерева была следующей: дуба — 240 см, ясеня — 298 и вяза — 415 см.

В полупустынной зоне на переходных светло-каштановых почвах к бурым солонцеватым лучший рост дуба и вяза наблюдался при влажности почвы в 70 % НВ. В первый и второй годы роста древесных пород при поливной норме 600–800 м³/га и оросительной 3,5–4,0 тыс. м³/га требуется примерно 5–6 поливов, а в последующие годы

соответственно 800–1000 м³/га, 4–5 тыс. м³/га и 4–5 поливов. При такой водообеспеченности вяз приземистый в 4 года имел высоту 5,1 м и средний прирост 1,1 м.

На бурых легких почвах Астраханской полупустыни хорошо росли при 8–9 поливах тополь канадский и при 5–6 поливах вяз приземистый (поливная норма соответственно 350 и 450–500 м³/га в год закладки культур). Во второй год роста для тополя было 6–7 поливов, для вяза – 4–5 (поливная норма соответственно 450–500 и 550–600 м³/га). Для третьего года: тополь – 4–5 поливов при норме 650–700 м³/га и вяз – 4 полива при норме 700–750 м³/га.

На каштановых почвах в Волгоградском Заволжье за пятилетний период (один год засушливый, два – сильно засушливых, два – влажных) средние поливные нормы (наименьшая влагоемкость 19 %, объемная масса почвы 1,56 г/см³, поправочный коэффициент на испарение и инфильтрацию 1,25) были близки к расчетным и соответствовали 1480, 1100 и 770 м³/га при нижнем пределе влаги 60, 70 и 80 % НВ. Межполивной период в засушливые годы был равен по вариантам с указанным нижним пределом 30, 20 и 15 и во влажные – 35, 25 и 20 дням, число поливов соответственно 3–4, 4–6 и 6–8.

По высоте и приросту несколько лучшие показатели наблюдались у тополя при 80 % НВ, у других древесных пород (береза, ясень) они были одинаковы при 60 и 70 % НВ. Эти породы меньше отреагировали на изменение режима орошения.

В 5-летнем возрасте у вяза различия по высоте сглаживались. Однако у тополя, березы и ясеня между отдельными вариантами они были существенными. Выравнивание высоты у тополя наблюдалось в 8-летнем возрасте.

Смыкание крон в рядах при размещении древесных пород 1,0 х 3,0 м произошло у тополя и вяза к концу 2-го, у березы – к концу 3-го года, в междурядьях соответственно на 3, 4 и 5-й год.

Основная масса мелких корней в 5-летних насаждениях тополя и вяза (первый и второй варианты) располагалась в слое до 80–90 см, а на контроле и в третьем варианте – 60–70 см. У березы и ясеня корневая система во всех вариантах охватывала в основном слой почвы 60–70 см, а на контроле – 40–50 см. Глубина проникновения корней превышала 100 см и находилась в прямой зависимости от нормы полива.

Наибольшее проникновение корней в глубину отмечалось лишь на увлажненном фоне. На контроле, как и в варианте с частыми поливами, но малой нормой, развивалась поверхностная корневая система. Причем в горизонт ниже 1 м у влаголюбивых древесных пород (тополь) и мирящихся с недостатком влаги (вяз) проникали до 10 % корней, а у засухоустойчивых (береза) – до 15 %.

Чем меньше нижний порог влажности почвы от НВ (в пределах допустимого), тем интенсивнее проникают корни в нижележащие горизонты почвы, а следовательно, и больше из этих горизонтов потребляется влаги. Поэтому при несущественном различии в при-

росте древесных пород нецелесообразно, в отличие от сельскохозяйственных культур, стремиться при их поливе к высокому нижнему пределу влажности почвы. Полив насаждений лучше проводить в период их выращивания при влажности почвы 75–70 % НВ, а более старшего возраста – 70–65 % НВ (в зависимости от породного состава).

Поливная норма для одной и той же древесной породы при поддержании предполивной влажности почвы на одном уровне может изменяться в зависимости от влагоемкости почвы. С учетом природно-климатической зоны, механического состава и глубины активного слоя почвы поливные нормы могут быть следующими: в первый год 500–700 м³/га, во второй 700–900, в третий и последующие годы 900–1000 м³/га. При этом число поливов увеличивается с продвижением с севера на юг. В первый год в степной зоне их будет 4–5, в сухой степи – 5–6 и в полупустыне – 6–7; во второй, в зависимости от породного состава и условий года, соответственно 3–4, 4–5 и 5–6, в третий и последующие – 2–3, 3–4 и 4–5.

При одновременном поливе дождеванием лесных полос и сельскохозяйственных культур обеспечить норму полива в расчете на метровый активный слой почвы трудно, особенно при выращивании зерновых колосовых. В ряде случаев может создаваться дефицит в водообеспеченности насаждений, выращиваемых на участках с недоступными для корней грунтовыми водами. В сильно засушливые годы это вызывает пожелтение листьев тополей.

В период выращивания водообеспеченность насаждения дифференцируется в зависимости от сельскохозяйственной культуры в севообороте. На посевах зерновых колосовых с общим поступлением воды 4,8–5,2 тыс. м³/га суммарное водопотребление тополевого насаждения на 1 га освоенной корнями площади составило 7,7 тыс. м³, а водообеспеченность достигала лишь 62–67 %. На посевах многолетних трав эти показатели были равны соответственно 6,4–6,6 тыс. м³/га, 8,3 тыс. м³ и 77–79 %. При том же поступлении воды суммарный расход ее вязовым насаждением составил по культурам 6,1–6,6 тыс. м³, водообеспеченность 78–85 и 97–100 %.

Поступление воды здесь слагалось из поливов с оросительными нормами для зерновых колосовых культур 2,0–2,4 тыс. и многолетних трав 3,6–4,0 тыс. м³/га, а также полезно используемых осадков за вегетационный период в средний год и снегонакопления.

Топольевые насаждения в 5-летнем возрасте испытывали недостаток водного питания. На посевах с зерновыми культурами он составил 33–38 %. В насаждениях старшего возраста периодический недостаток влаги может привести к снижению прироста древесных пород и усыханию их. Поэтому на участках с глубокими грунтовыми водами и при отсутствии прогноза их подъема к концу 5-летнего периода посадку лесных полос из влаголюбивых древесных пород можно рекомендовать лишь с автономным поливом.

В связи с лучшей водообеспеченностью на участках с многолетними травами и кормовыми культурами, где число поливов за сезон

бывает на 1–2 больше и норма полива выше, лучше растут и древесные породы. Средний прирост по высоте тополей больше на 25 и вяза на 36 %.

При корнедоступных грунтовых водах дефицита влаги для влаголюбивых древесных пород даже в годы с сильной засухой не наблюдалось. Так, в случае залегания грунтовых вод на глубине 2,0–2,5 м тополевые насаждения в 9-летнем возрасте имели высоту 12,5 м.

Насаждения этих древесных пород на участках с близкими грунтовыми водами без полива дают средний прирост до 1,5 м, а с поливом дождеванием – до 2,0. На участках же с глубокими грунтовыми водами при поливе дождеванием прирост редко превышает 1,0 м.

Сохранение влаги в почве и создание благоприятных условий для жизнедеятельности древесных растений обеспечивают уходы за почвой.

Уход за почвой. При выращивании полезащитных лесных полос в условиях орошения он так же важен, как и на богаре. Полив стимулирует рост сорной растительности, поэтому уходы проводят чаще. Для этого в рядах используют культиваторы КРЛ-1, КБЛ-1 и КВЛ-2, а в междурядьях – ККН-2,25Б, КЛ-2,6 и др., уничтожающие в зависимости от биомассы 90–100 % сорняков.

Наиболее качественная культивация получается при отрастании сорняков высотой не более 5 см. Там, где уходы начинают при отрастании сорняков до высоты 10 см, после прохода культиваторов остается 10–20 % сорняков.

Следует отметить, что массовое появление сорной растительности отмечается на 3–5-й день после проведения очередного полива. Поэтому культивацией решается сразу две задачи: уничтожение сорняков и закрытие влаги в почве. Ее сохранению способствует более раннее рыхление почвы после поливов. Так, запас продуктивной влаги в почве при проведении культивации через 5 дней был больше, чем через 10 дней, в первый год на 17 %, во второй – на 11 и в третий – на 30 %. Снижение запасов влаги во второй год произошло из-за больших ее потерь на физическое испарение и транспирацию сорняками. Величина испарения в период между поливами и культивацией почвы составляла 1,0–1,2 мм в сутки, а после рыхления снижалась до 0,3 мм. В варианте с отрастанием до высоты 5 см проводилось ежегодно на один уход больше. Это оказало положительное влияние на рост древесных растений. Так, средняя высота 3-летнего тополя черного была на 25 %, диаметр ствола на 37 и средний прирост в высоту на 20 % больше, чем во втором варианте.

Ширококронные породы смыкаются в междурядьях значительно быстрее, чем узкокронные. В полосах из осокоря х тополь бальзамический и вяза полное смыкание крон происходит в рядах на втором, в междурядьях – на четвертом году роста. Это касается посадок с размещением растений в рядах от 1,0 до 2,0 м. В полосах из тополя пирамидального х осокорь смыкание крон в ряду происходит в зави-

симости от густоты посадки на втором—пятом году, а в междурядьях не происходит и в шести—восьмилетнем возрасте.

В однолетних полосах требуется 5 культиваций междурядий, в двухлетних — 4, в трехлетних — 3, в четырехлетних — 1–2. В дальнейшем уход за почвой прекращается полностью. В полосах из узкокорневых пород уход в междурядьях осуществляется в течение пяти лет и проводится на 1–2 культивации больше.

Сложнее обстоит дело с уходами за почвой в рядах лесных полос. Исследования показали, что качество работы ротационных культиваторов во многом зависит от состояния обрабатываемого слоя почвы и сорной растительности. Требуется такой агроприем, как выравнивание перед посадкой поверхности вспаханной полосы. При подготовке почвы под узкие двухрядные полосы по системе зяблевой вспашки с основной плантажной пахотой всвал образуется выпуклый микрорельеф по поперечному профилю с уклоном поверхности от центра полосы к краям (4–8°). Причем в полосах, расположенных в посевах многолетних трав, он бывает выражен сильнее, чем в посевах однолетних культур, где почву обрабатывают регулярно.

Выпуклость микрорельефа отрицательно сказывается на качестве культивации. Если в полосах с выровненным рельефом культиватором КРЛ-1 уничтожается при уходе в среднем 95,3 % сорняков, а сохранность тополей после трехкратного ухода составила 99,4 %, то в полосах с выпуклым микрорельефом эти показатели составили соответственно 92,0 и 88,6 %. Выпуклость ведет также к неравномерному увлажнению почвы при поливах: в междурядьях и рядах однолетних посадок оно бывает на 28–30 % хуже, чем в закрайках.

Использование гербицидов. В лесных полосах применяют гербициды, которые позволяют до минимума сократить число прополок и удешевить стоимость выращивания насаждений. В условиях полива гербициды проникают по почвенному профилю на глубину до 40 см, а сроки их детоксикации сокращаются. Поэтому важно правильно выбрать дозу гербицида, чтобы не получить отрицательного эффекта.

Токсичность гербицидов зависит от условий полива. При четырехкратном поливе (норма 500 м³/га) влажность в метровом слое почвы в лесной полосе не спускается ниже 60 % НВ, при пятикратном (норма 700 м³/га) — 70–80 % НВ. В результате в первом случае для уничтожения 90 % однолетних сорняков требуется внести 1,25 кг симазина и 2,5 кг далапона, во втором — достаточная доза 1 + 2 кг/га, т. е. меньше на 25 %.

Норма и число поливов влияют как на глубину проникновения гербицидов в почву, так и на сроки их разложения. При четырехкратном поливе (норма 500 м³/га) глубина вымывания симазина на каштановой почве с содержанием гумуса менее 3 % уже спустя месяц после внесения в дозе 1,5 кг/га составляет 15 см, через три месяца следы его (менее 0,05 мг/дм³ почвы) обнаруживаются до глубины 20 см. Наибольшая концентрация гербицида (свыше 0,8 мг/дм³) отмечается в слое

почвы 0–5 см. Однако уже к концу лета содержание его уменьшается по сравнению с внесенной дозой более чем в 5 раз, а к весне следующего года сохраняются следы в горизонте почвы 0–10 см.

При пятикратном поливе (норма 700 м³/га) через месяц после обработки симазин проникает на глубину 25 см, а в конце сезона следы его отмечаются в горизонте 0–40 см. При таком поливе быстрее происходит и разложение гербицида. Уже в мае концентрация симазина в верхнем слое почвы (0–5 см) составляет 0,3–0,8 мг/дм³, или менее 50 % внесенной дозы. К концу лета концентрация снижается до 0,05 мг/дм³, а к весне следующего года происходит полная его детоксикация. Инактивация далапона в обоих случаях имела место уже в первый месяц после обработки.

С увеличением числа и нормы поливов возрастает опасность повреждения древесных растений гербицидами. При четырехкратном поливе (норма 500 м³/га) смесь симазина с далапоном в дозе 2,5 + 4,8 кг/га не оказывает отрицательного влияния на рост древесных насаждений. При пятикратном поливе (норма 700 м³/га) уже при дозе этих гербицидов 1,5 + 3,0 кг/га рост однолетнего тополя снижается по сравнению с контролем на 8,5, вяза – на 7,3 %. Отставание в росте сохраняется и в двулетнем возрасте.

Наибольшая доза внесения смеси гербицидов в лесных полосах из тополя и вяза, выращиваемых на каштановых почвах (гумуса менее 3 %) при поливе дождеванием с оросительной нормой 3000–4000 м³/га, принимается 1,0–1,25 кг/га симазина и 2,0–2,5 кг/га далапона д. в., на черноземах (гумуса 5 %) в полосах из тополя и березы соответственно 2,0 и 4 кг/га. При размещении насаждений в полях с зерновыми колосовыми культурами, где полив осуществляется меньшими нормами и в меньшем количестве, чем с многолетними травами и кормовыми культурами, дозы могут быть увеличены, но не более чем в 1,5 раза.

Кроме рассмотренных выше гербицидов, для борьбы с сорняками в орошаемых насаждениях используют и другие препараты. Эффективны, например, смесь гексилура с яланом в дозе 2 + 2 кг/га и особенно сенкор – 0,5 кг/га д. в.

Использование только химических средств при уходе в рядах однолетних лесных полос, выращиваемых с поливом дождеванием, полностью не исключает применения ручного труда. За лето требуются 1–2 ручные прополки, так как уже в июне масса 5–10 % неуничтоженных почвенными гербицидами сорняков достигает 400–600 г/м² ряда, а высота – более 10 см. Опрыскивать сорняки препаратами системного действия в этот период нецелесообразно, так как древесные растения имеют высоту 35–55 см и могут получить значительные повреждения.

Комплексный уход за почвой в лесных полосах с использованием химических средств и культиваторов наиболее эффективен в рядах однолетних посадок. Применение этого способа позволяет полностью отказать от ручного труда. Весной после посадки полос в защитные зоны рядов направленно вносят смесь симазина с далапоном. Для этих

целей используют тракторные опрыскиватели ОВТ-1, ОН-450, ПОУ и др. Нормы внесения гербицидов устанавливают в зависимости от типа почв, их механического состава и условий полива. Гербициды заделывают в почву легкими боронами или культиватором КРЛ-1 с зубowymi рабочими органами. Эффективно внесение гербицидов с одновременной культивацией почвы.

По мере отрастания сорной растительности проводят механизированный уход: в первую половину лета 2–3-кратную обработку культиватором КРЛ-1 или КРЛ-1А с зубowymi и лопастными рабочими органами, во вторую – 2–3-кратную обработку культиватором КБЛ-1. Сохранившиеся при механизированных уходах сорняки обрабатывают 1–2 раза аминной солью 2,4-Д (доза 2 кг/га д. в.).

Качество работы ротационных рабочих органов по фону гербицидов значительно повышается. При комплексном уходе количество сорняков в 4,4, а масса их в 10 раз меньше, чем при использовании только культиваторов. Больше оказался в первом случае и процент уничтожения культиватором КРЛ-1 сорняков: при первом уходе на 7 по числу и на 13 % по массе, при втором – соответственно на 22 и 48 %. На 1 м² ряда сохраняется не более 2–5 сорняков и дополнительных прополок не требуется.

В двулетних и более старшего возраста полосах применяют разные способы ухода: химический, механический или их сочетание. При химическом уходе ежегодно выполняют 1–2 опрыскивания аминной солью 2,4-Д в дозе 2 кг/га д. в., при механическом – в двулетних посадках – 1–2 обработки культиватором КБЛ-1 и 2–3 – КВЛ-2, в трехлетних – 3, в четырехлетних – 1–2 обработки культиватором КВЛ-2. При комплексном уходе сохранившиеся после культиваций сорняки уничтожают однократной обработкой аминной солью, их численность в рядах снижается в 2–3 раза.

В зависимости от способа ухода средневегетационный запас продуктивной влаги в двухметровом слое составляет в однолетней полосе 161–199 мм, в двулетней – 147–165, в трехлетней – 140–149 мм. Небольшое отставание в росте тополя при химическом уходе наблюдается только в первый год: по высоте на 6,2–6,5, по диаметру ствола на 6,7–10,6 %. В последующем рост тополя выравнивается. Средняя высота тополя пирамидального х осокорь в восьмилетней полосе равна 12,4–12,5 м, диаметр ствола – 14,2–14,6 см. Сохранность растений при всех способах ухода достаточно высокая – 96,1–98,2 %.

Уходы за почвой при выращивании лесных полос с уменьшенными междурядьями. Большая ценность поливных земель вызывает необходимость минимального отвода пашни.

Резервы в этом отношении заложены в создании лесных полос из древесных пород с пирамидальной (узкой) кроной и уменьшении ширины междурядий с 3 до 1,3 м. В этом случае обеспечивается применение механизмов и химических средств при посадке и уходах за почвой.

Выращивание таких полос в технологическом отношении не представляет особой сложности. При этом применяют те же машины и орудия, что и в обычных междурядьях. Ширина вспаханной полосы для посадки двухрядных насаждений составляет не менее 6 м. Ее поверхность тщательно выравнивают. Это обеспечивает прямолинейность посадки, качественную работу культиваторов, высокую приживаемость и сохранность древесных растений.

Для посадки используют навесную лесопосадочную машину в агрегате с колесным трактором МТЗ, посадку ведут в два приема. Вначале по предварительно провешенной линии высаживают один ряд, затем при встречном движении трактора с соблюдением защитной зоны (25 см) — другой. Таким образом выдерживают заданную ширину междурядий. В многорядных приканальных посадках сближенные ряды чередуют с трехметровыми, в этом случае посадку выполняют одной или двумя лесопосадочными машинами.

Уменьшение ширины междурядий в двухрядных полосах с 3 до 1,3 м высвобождает на каждом километре посадок 0,17 га орошаемой пашни.

На участках с корневодоступными грунтовыми водами рыхление почвы в закрайках прекращают с весны третьего года посадки насаждений, и сельскохозяйственные культуры сеют вплотную к древесным растениям. На участках с недостаточным увлажнением почвы закрайки рыхлят до пятилетнего возраста насаждений.

Кроны древесных пород в междурядьях шириной 1,3 м смыкаются вдвое быстрее, чем в трехметровых. Кроны тополя оосокорь х бальзамический и тополя пирамидального х оосокорь смыкаются на втором году роста насаждений. В полосах с обычными трехметровыми междурядьями из ширококронного тополя смыкание крон происходит лишь на четвертом году роста, а в полосах из тополя с пирамидальной формой кроны смыкания в период выращивания не наблюдалось.

В уменьшенных междурядьях сорняков на четвертом году в 3,4–4,4 по числу и в 2,0–2,6 раза по массе меньше, чем в обычных трехметровых.

Сдерживает рост сорняков и повышенная твердость почвы. В слое 0–25 см в полосах со сближенными рядами она на втором году в 1,3, на третьем — в 1,4 и на четвертом — в 2,0 раза выше, чем при обычном размещении рядов.

Несмотря на более чем двукратное уменьшение ширины междурядий, общая площадь питания древесных растений изменяется мало. Раскопки корневых систем показывают, что в 5-летнем возрасте площадь питания одного растения тополя в двухрядной полосе со сближенными рядами с учетом горизонтальной протяженности корней составляет 17,0, в полосе с трехметровыми междурядьями — 19,5 м², или меньше на 12,7 %.

В каждую сторону от полосы корни тополей распространяются примерно на расстояние, равное высоте насаждений. Однако до 95 % корней сосредоточены в зоне до 0,5Н. Вместе с тем при сближении

рядов в полосе из тополя пирамидального х осокорь на 20 % уменьшается запас ствольной древесины, на 39 – запас сучьев, на 24 – масса листьев, на 46 % – высота. На 8 % увеличивается ветропроницаемость. Размещение древесных пород в рядах через 1 м способствует оптимальной ветропроницаемости.

Сочетание механизированного ухода с химическими средствами борьбы с сорняками позволяет выращивать насаждения с уменьшенными междурядьями без затрат ручного труда. При этом широко используют гербициды и современные культиваторы КРЛ-1А, КБЛ-1, КЛ-2,6 и др. Гербициды вносят в защитные зоны рядов и междурядья весной по безлистным сеянцам, используя навесные тракторные опрыскиватели ОН-450, ПОУ и др. с приспособлениями для наземной обработки. Опрыскивание желательно сочетать с обработкой почвы культиватором КЛ-2,6. Гербициды заделывают в почву, в результате чего их эффективность возрастает. Такая обработка снижает численность однолетних сорняков в первую половину лета в 4–5 раз и обеспечивает высокое качество механизированных уходов.

В однолетних полосах проводят по 3 ухода в рядах (культиватор КРЛ-1А) и по 3 ухода в закрайках (КЛ-2,6). В полосах второго года роста достаточно 2 обработок культиватором КБЛ-1 и одного опрыскивания в середине лета аминной солью 2,4-Д, а также 4 уходов в закрайках (культиватор КЛ-2,6). По фону гербицидов культиватором КРЛ-1А уничтожается 77–98 % сорняков, что на 11–18 % больше, чем на участках, не обработанных гербицидами. Причем ширина междурядий 1,3 м позволяет рыхлить почву и уничтожать сорняки ротационными культиваторами не только в рядах, но и на 75 % площади междурядий.

Сорняки опрыскивают аминной солью направленно со стороны закраек тракторным опрыскивателем. Распылители со стороны поля заглушают.

При обработке с двух закраек раствор гербицида наносится на поверхность почвы достаточно равномерно. В полосе из узкокронного тополя пирамидального х осокорь по фону механической обработки почвы этим раствором (с каждой стороны полосы) опрыскивают более 85 % площади междурядья и 100 % площади защитной зоны рядов, в полосе из ширококронного тополя осокорь х бальзамический соответственно – 68 и 87 %.

Качество химического ухода в полосах со сближенными рядами высокое. В полосе из узкокронного тополя было уничтожено 88,5 % сорняков (в основном двудольных), в полосе из ширококронного – 75 %, а также сорняки, сохранившиеся в центре междурядий после культивации (КРЛ-1А). В полосах третьего года роста требуется 3 культивации закраек и одна обработка сорняков в рядах аминной солью 2,4-Д, на четвертом году – 2 культивации закраек. Число уходов за почвой и сроки их проведения в лесных полосах, созданных из пирамидальных и ширококронных древесных пород, с разной густотой посадки в рядах (1,0–2,0 м) примерно одинаковы.

Уменьшение ширины междурядий не вызывает удорожания

стоимости насаждений. Затраты на комплексные уходы за почвой в лесных полосах с уменьшенными (1,3 м) и 3-метровыми междурядьями составляют 42 руб/км, а прямые затраты на выращивание – 150 руб/км, или на 12 % меньше по сравнению с обычной технологией.

4. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В ЦЕЛЯХ БОРЬБЫ С ДЕФЛЯЦИЕЙ ПОЧВЫ

К настоящему времени накоплено достаточно много научного материала, касающегося мелиоративной роли лесных полос. Вместе с тем сложность подбора идентичных лесных полос, условий их обтекания ветром и ряд других причин не дали возможности построить целостную картину функционирования агролесомелиоративного комплекса, не позволили решить задачу оптимизации параметров лесных полос и их систем.

Существующие нормативные документы, регламентирующие размещение лесных полос, основаны главным образом на учете двух важнейших факторов – лесорастительных условий и размера эффективных ветрозащитных зон с заветренной и наветренной сторон лесных полос. Первый из этих факторов определяет проективную защитную высоту лесных полос, а второй – обуславливает нормированную этой высотой величину межполосного пространства. Поскольку защитная высота для различных природно-климатических зон лежит в пределах от 8 до 20 м, а нормированная величина межполосного пространства принимается равной 30Н, лесные полосы рекомендуется размещать на расстоянии 250–600 м.

Системы с такими межполосными расстояниями оказываются эффективными лишь в районах, где дефляция отсутствует или проявляется очень слабо. При больших же энергетических возможностях ветра и низкой устойчивости почв к дефляции почвозащитный эффект от них оказывается невысоким. Касаясь размещения лесных полос в пространстве, нельзя сказать, что ранее не делалась попытка увязать размеры межполосных пространств с конкретными условиями ветровой эрозии. На необходимость такой увязки указано в ряде работ (Адрианов, 1967; Васильев, 1972; Гвоздилов, 1964; Долгилевич, 1978; Звонков, 1963; Телешек, 1960).

Следует остановиться на методе, разработанном во ВНИАЛМИ [9, 10, 11]. В основе его лежит учет предела минимальных потерь почвы от ветровой эрозии (Бельгибаев, Долгилевич, 1970), энергетических возможностей ветра и защитных свойств лесных полос, мелиоративной роли последних.

4.1. ЗАЩИЩЕННОСТЬ ПАШНИ ОТ ВЕТРА И ДИНАМИКА ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Многочисленные научные исследования и практика показывают, что мелиоративная роль лесных полос определяется характером их воздействия на ветер. Все другие процессы — энерго- и массоперенос, микроклимат полей — производные указанного природного компонента. Вместе с тем влияние лесных полос на ветер определяется целым комплексом факторов. Как видно из рисунка 4.1, средневзвешенная зона защиты от всех направлений ветра в случае величины межполосного пространства $L_{мп} > (L_{зmax} + L_{нmax})$ будет

$$S_{ср.з} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \tau_i} \left\{ \sum_{i=1}^n [(a_{1i} H_{01} + a_{2i} H_{02}) L_0 \sin \alpha_i + (a'_{1i} H_{в1} + a'_{2i} H_{в2}) L_{мп} \cos \alpha_i - \right. \\ \left. - (a'_{1i} H_{в1} + a'_{2i} H_{в2}) \cdot (a_{1i} H_{01} + a_{2i} H_{02}) \sin \alpha_i \cos \alpha_i] \tau_i \right\}. \quad (4.1)$$

Величины a_{1i} , a_{2i} , a'_{1i} , a'_{2i} являются функцией высоты, ажурности и ширины лесных полос, а также зависят от направления ветра. Как показали исследования Я. А. Смалько (1963), при направлении ветра, перпендикулярном к лесным полосам, зона защиты у подстилающей поверхности с заветренной стороны лесополосы связана нелинейно с высотой древостоя (рис. 4.2).

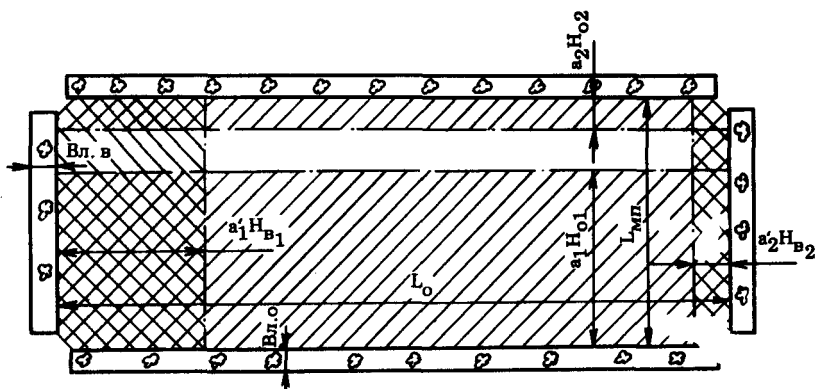


Рис. 4.1. Схема формирования зон мелиоративного влияния в межполосной клетке:

a_1 и a_2 — кратность протяженности зон защиты заветренной и наветренной сторон основных ЛП их высотам H_{01} и H_{02} ; a'_1 и a'_2 — кратность протяженности зон защиты заветренной и наветренной сторон вспомогательных ЛП их высотам $H_{в1}$ и $H_{в2}$; $L_{в.о}$ и $L_{в.л}$ — ширина основных и вспомогательных ЛП; L_0 и $L_{мп}$ — длина и ширина межполосной клетки

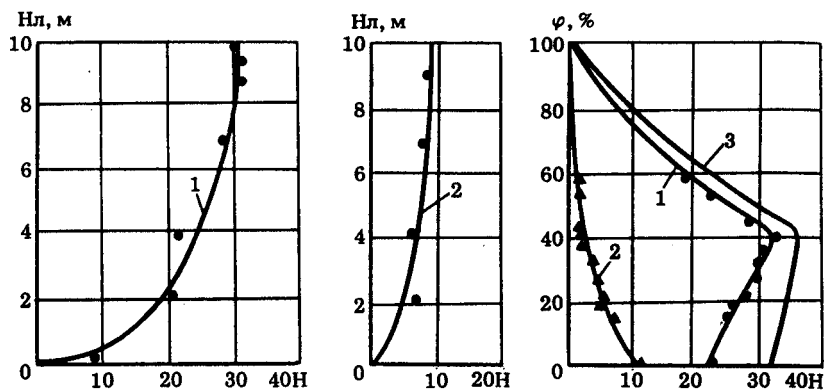


Рис. 4.2. Зависимость протяженности ветрозащитных зон на прилегающем к ЛП пространстве от высоты $H_{л}$ и ажурности φ последних:

1 — заветренная сторона; 2 — наветренная сторона; 3 — суммарная протяженность зоны защиты с заветренной и наветренной сторон

Математическую связь между указанными характеристиками можно выразить следующими формулами:

$$L_3 = \lambda_1 H \ln \left(1 + \frac{H}{\eta_1} \right); L_H = \lambda_2 H \ln \left(1 + \frac{H}{\eta_2} \right), \quad (4.2)$$

где λ_1 — коэффициент, зависящий от ажурности лесных полос.

Он может быть рассчитан так:

$$\lambda_1 = (\psi + \chi \varphi) \text{ при } \varphi \text{ от } 0 \text{ до } 35-40 \%; \lambda_1 = \beta (100 - \varphi) \text{ при } \varphi > 35-40 \%; \quad (4.3)$$

где η_1 — коэффициент, в среднем равный 0,1; λ_2 — коэффициент, зависящий от ажурности лесных полос (рис. 4.3), который может быть рассчитан по формуле $\lambda_2 = \beta_1 (100 - \varphi)^m$ (в среднем он равен 0,1); ψ , χ и β — коэффициенты, равные 5, 05 и 0,117; β_1 и m — коэффициенты, равные $2 \cdot 10^{-4}$ и 2.

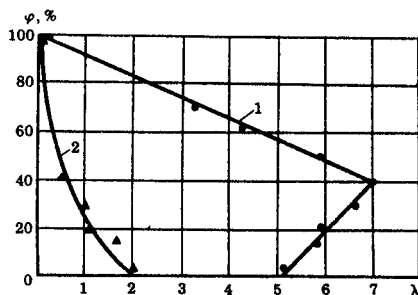


Рис. 4.3. Зависимость коэффициентов λ_1 и λ_2 от ажурности φ лесных полос: 1 — коэффициент λ_1 (для заветренной стороны); 2 — коэффициент λ_2 (для наветренной стороны)

Таким образом, при перпендикулярном направлении ветра величины a_1 , a_2 , a'_1 и a'_2 будут следующими:

$$a_1 = \lambda_1 \ln(1 + H_{01} / \eta_1); a_2 = \lambda_2 \ln(1 + H_{02} / \eta_2); a'_1 = \lambda'_1 \ln(1 + H_{B1} / \eta'_1); a'_2 = \lambda'_2 \ln(1 + H_{B2} / \eta'_2). \quad (4.4)$$

При углах направления ветра $\alpha \neq 90^\circ$ коэффициенты λ_1 , λ'_1 , λ_2 , λ'_2 становятся зависимыми не только от ажурности φ лесных полос, но и от их ширины B . Ажурность лесных полос в этом случае также является функцией α . Отсюда следует, что необходимо иметь зависимости еще и для функций $\varphi = f(\alpha)$ и $\varphi = f(B)$.

Проведенные исследования ажурности в кроновом пространстве лесных полос показали, что она определяется шириной кронового пространства древостоя B (в поперечном сечении) и коэффициентом сомкнутости верхушек крон K , характеризующим оптическую плотность насаждения (табл. 4.1). Вид связи – нелинейный (рис. 4.4). Кроме того, на ажурность влияют нормированная суммарная величина проективной площади просветов $\varphi_{ст}$ стволового экрана лесной полосы в целом, нормированная суммарная величина проективной площади

4.1. Значения лесных полос (в безлиственном состоянии) из вяза приземистого, полученные опытным путем

Лесная полоса	Пара-метр	При высоте измерения, Н					
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Однорядная	φ	$82 \pm 3,7$	$78 \pm 4,2$	$73 \pm 3,8$	$63 \pm 4,2$	$63 \pm 3,3$	$59 \pm 3,8$
	B	2,1	4,0	5,5	5,9	6,5	6,8
Двухрядная	φ	$76 \pm 3,7$	$72 \pm 3,5$	$63 \pm 3,2$	$59 \pm 3,9$	$62 \pm 3,5$	$64 \pm 3,6$
	B	5,1	6,9	9,2	9,2	8,9	8,9
Четырехрядная	φ	$59 \pm 2,8$	$52 \pm 2,5$	$44 \pm 1,8$	$37 \pm 2,8$	$40 \pm 3,0$	$54 \pm 2,7$
	B	10,2	13,8	18,4	18,4	17,8	16,6

Продолжение

Лесная полоса	Пара-метр	При высоте измерения, Н			Среднее значение φ (%) и B (м)	Проективная площадь стволов (%)	Коэффициент сомкнутости верхушек крон K
		0,7	0,8	0,9			
Однорядная	φ	$59 \pm 3,0$	$71 \pm 3,2$	$85 \pm 2,0$	72	8	0,75
	B	6,5	6,4	5,4	4,9		
Двухрядная	φ	$79 \pm 3,8$	$91 \pm 0,7$	$97 \pm 1,3$	73	14	0,56
	B	8,3	8,3	8,0	6,6		
Четырехрядная	φ	$70 \pm 3,1$	$82 \pm 2,2$	$94 \pm 1,1$	60	22	0,57
	B	16,6	16,0	13,2	14,1		

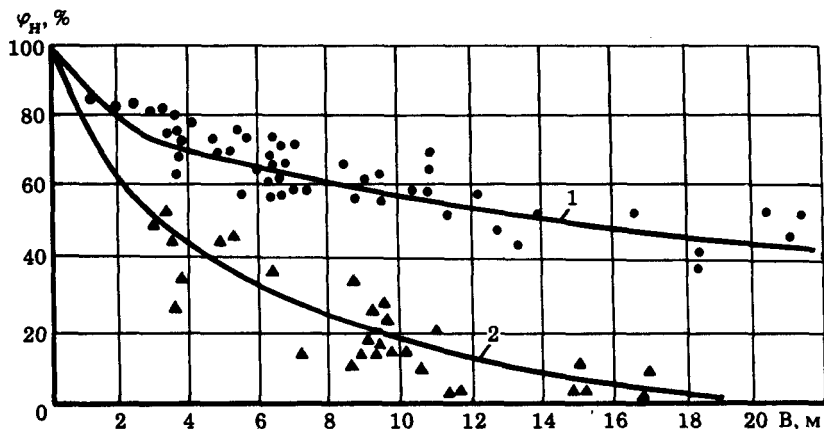


Рис. 4.4. Связь между ажурностью φ_n и поперечным размером B кронового пространства лесных полос из вяза приземистого:

1 – безлистное состояние; 2 – облиственное состояние

одного ряда лесной полосы φ_{1c} , диаметр стволов d (по среднему сечению) древостоя на участке длиной L , число деревьев n_d на участке длиной L , число рядов N лесной полосы, породный состав древостоя, учитываемый коэффициентом A_3 . Рассчитать этот показатель при $\alpha = 90^\circ$ можно так:

$$\varphi_n = \left[1 - K \ln \left(1 + \frac{B}{A_3}\right)\right] \varphi_{ct}; \quad \varphi_{1c} = 1 - d(n_d/L); \quad \varphi_{ct} = 0,01 \varphi_{1c} [100 - (100 - \varphi_{1c}) \ln N]. \quad (4.5)$$

В расчетах, не требующих высокой точности, для нахождения φ_{ct} можно использовать упрощенную формулу: $\varphi_{ct} = (1 - d n_d / L)$. Коэффициент перекрытия экранов из разных рядов лесной полосы в среднем равен: при 2 рядах – 0,81, 3 – 0,75, 4 – 0,69, 5 рядах – 0,65. Коэффициент K , связанный с оптической плотностью насаждения, различен для разных древесных культур и условий роста. В среднем, для безлистного состояния древостоя его можно брать следующим: для вяза приземистого – 0,08–0,20, клена ясенелистного – 0,22–0,30, акации белой – 0,04–0,12, березы повислой – 0,05–0,15. В случае же облиственного состояния древостоя этот показатель будет иметь другую величину: для вяза приземистого – 0,28–0,42, клена ясенелистного – 0,40–0,50, акации белой – 0,10–0,25, березы повислой – 0,15–0,27.

Анализируя уравнение (4.5), нетрудно убедиться в том, что на его основании можно ориентировочно прогнозировать число рядов, обеспечивающих формирование той или иной ажурности лесной полосы.

При углах визирования α , отличных от 90° , в приведенной выше модели необходимо скорректировать параметры B и $\varphi_{1\alpha}$. Для основных лесных полос при изменении угла визирования от 90° до 0° параметр B может быть рассчитан по формуле

$$B_{0\alpha} = B_0 / \sin \alpha, \quad (4.6)$$

где $B_{0\alpha}$ и B_0 — ширина кронового пространства древостоя основных лесных полос при углах визирования α и 90° .

Проективную площадь просветов одного ряда основных лесных полос при $\alpha \neq 90^\circ$ можно найти, исходя из соотношений:

$$\varphi_{10\alpha} = 100 - (100 - \varphi_{10}) \left(\frac{n_{0,d} - 1 + \sin \alpha}{n_{0,d} \sin \alpha} \right); n_0 = \frac{(100 - \varphi_{10}) L_0}{100 d_0}, \quad (4.7)$$

где $n_{0,d}$ — число деревьев на учетном участке протяженностью L_0 , d_0 — средневзвешенная величина диаметра древостоя на уровне $H_0/2$ (H_0 — защитная высота древостоя в основной лесной полосе).

Для вспомогательных лесных полос в случае косых ветров

$$B_{B,\alpha} = B_B / \sin(90 - \alpha), \quad (4.8)$$

где $B_{B,\alpha}$ и B_B — ширина кронового пространства древостоя вспомогательных лесных полос при углах визирования α и 90° .

Площадь просветов стволового экрана каждого ряда вспомогательных лесных полос может быть рассчитана по формулам:

$$\varphi_{1B\alpha} = 100 - (100 - \varphi_{1B}) \left[\frac{n_B - 1 + \sin(90 - \alpha)}{n_B \sin(90 - \alpha)} \right]; n_B = \frac{(100 - \varphi_{1B}) L_B}{100 d_B}, \quad (4.9)$$

где φ_{1B} — проективная площадь просветов одного ряда стволового экрана вспомогательной лесной полосы; n_B — число рядов вспомогательной лесной полосы; L_B — протяженность учетного участка; d_B — средневзвешенная величина диаметра на уровне $H_B/2$ вспомогательной лесной полосы.

Учитывая полученные соотношения (4.2 и 4.3), выражения для λ_1 и λ_2 можно записать в другом виде.

Основные лесные полосы:

$$\lambda_{1\alpha} = (\psi + \chi \varphi_{0,n\alpha}) \text{ при } \varphi_{0,n\alpha} \text{ от } 0 \text{ до } 35-40 \%,$$

$$\lambda_{1\alpha} = \beta (100 - \varphi_{0,n\alpha}) \text{ при } \varphi_{0,n\alpha} > 35-40 \%,$$

$$\lambda_{2\alpha} = \beta_1 (100 - \varphi_{0,n\alpha})^m.$$

Вспомогательные лесные полосы:

$$\lambda'_{1\alpha} = (\psi + \chi \varphi_{B,n\alpha}) \text{ при } \varphi_{B,n\alpha} \text{ от } 0 \text{ до } 35-40 \%,$$

$$\lambda'_{1\alpha} = \beta (100 - \varphi_{B,n\alpha}) \text{ при } \varphi_{B,n\alpha} > 35-40 \%, \quad (4.10)$$

$$\lambda_{2\alpha} = \beta_1 (100 - \varphi_{B,n\alpha})^m.$$

Для межполосной клетки размером $L_{мп} \cdot L_o$ площадь пашни, приходящаяся на 1 га лесных полос

$$S_{п} = L_{мп} L_o / (L_{мп} B_{лв} + L_o B_{ло}), \quad (4.11)$$

где $B_{лв}$ и $B_{ло}$ — ширина вспомогательной и основной лесных полос; $L_{мп}$ и L_o — ширина межполосной клетки и протяженность основной лесной полосы.

Лесистость же

$$\Pi_{п} = \frac{(B_{ло} L_o + L_{мп} B_{лв}) 100}{(L_{мп} L_o + B_{ло} L_o + L_{мп} B_{лв})} = \frac{100 S_{лп}}{S_{лп} + S_{зп}} = \frac{100}{(1 + S_{п})}. \quad (4.12)$$

Тогда площадь лесных полос, защищающих межполосную клетку

$$S_{лп} = \frac{\Pi_{п} S_{зп}}{(100 - \Pi_{п})} = \frac{\Pi_{п} L_{мп} L_o}{(100 - \Pi_{п})}. \quad (4.13)$$

Если основные лесные полосы, окаймляющие межполосную клетку, имеют одинаковую высоту H_o , то формулу (4.13) для этого случая можно записать по другому:

$$S_{лп} = \frac{\Pi_{п} L_o H_o}{100 - \Pi_{п}} \left(\frac{L_{мп}}{H_o} \right). \quad (4.14)$$

Для облесенной же территории с m межполосными клетками площадь пашни, приходящаяся на 1 га лесных полос

$$S_{п.т} = \sum_1^m \left[\frac{L_{мпi} L_{oi}}{L_{мпi} B_{лvi} + L_{oi} B_{лоi}} \right] / m. \quad (4.15)$$

Тогда лесистость территории

$$\Pi_{п.т} = \frac{100}{(1 + S_{п.т})}. \quad (4.16)$$

Площадь же лесных полос, защищающих территорию с m межполосными клетками, может быть найдена из соотношения

$$S_{лп.т} = \sum_1^m \left[\frac{\Pi_{пi} L_{мпi} L_{oi}}{(100 - \Pi_{пi})} \right] / m. \quad (4.17)$$

В том случае, когда высота основных и вспомогательных лесных полос одинаковая, величины a_1 , a_2 , a'_1 и a'_2 , очевидно, будут равны:

$$\begin{aligned} a_1 &= \lambda_1 \ln \left(1 + \frac{H}{\eta_1} \right); \quad a_2 = \lambda_2 \ln \left(1 + \frac{H}{\eta_2} \right); \\ a'_1 &= \lambda'_1 \ln \left(1 + \frac{H}{\eta'_1} \right); \quad a'_2 = \lambda'_2 \ln \left(1 + \frac{H}{\eta'_2} \right). \end{aligned} \quad (4.18)$$

Комплексные же коэффициенты ψ_{11} и ψ_{21} могут быть найдены в этом случае из соотношений:

$$\psi_{11} = (\lambda_{11} + \lambda_{21}) \ln \left(1 + \frac{H}{\eta}\right) = (a_{11} + a_{21}); \quad \psi_{21} = (\lambda'_{11} + \lambda'_{21}) \ln \left(1 + \frac{H}{\eta}\right) = (a'_{11} + a'_{21}),$$

где $\eta = \eta_1 = \eta_2 = \eta'_1 = \eta'_2 = 0,1$.

Отсюда можно записать:

$$S_{\text{ср.з}} = \sum_1^n [\psi_{11} HL_o \sin \alpha_1 + \psi_{21} HL_{\text{мп}} \cos \alpha_1 - \psi_{11} \psi_{21} H^2 \sin \alpha_1 \cos \alpha_1] \tau_i.$$

Важнейший показатель, характеризующий мелиоративные свойства лесных полос, — высота древостоя. Она, как известно, за период ротации древостоя изменяется и является функцией среды. Надо отметить, что сейчас существует достаточно много схем и математических зависимостей для расчета хода роста древостоя. Условно их можно разделить на две категории. К первой относятся зависимости, построенные эмпирически на основе опытного материала. Это степная, рациональная, дробно-рациональная, полулогарифмическая и логарифмическая функции (Лир, Польстер, Фидлер, 1974). Ко второй категории относятся зависимости, выведенные на основе определенных гипотез и теории вероятности (теории встреч). Наиболее известная из них — зависимость Мичерлиха:

$$W = W_{\text{max}} (1 - 10^{-C_i D_i}), \quad (4.21)$$

где C_i — коэффициент действия фактора i (фактора роста); D_i — доза взвешенных факторов; W_{max} — предельная величина, к которой стремится W при $D_i \rightarrow \infty$.

При влиянии n факторов используется "закон совокупного действия факторов" (Лир, Польстер, Фидлер, 1974).

Из уравнений, выведенных на основе теории вероятности, наиболее интересным представляется следующее:

$$N_+ = N_0 (1 - e^{-K D P t g})^m, \quad (4.22)$$

где N_+ — число встречающихся единиц (деревьев); N_0 — число участвующих в эксперименте единиц (деревьев); m — число областей; D — дозы внешних факторов; t — время; K — константа скорости реакции, определяемая генетическими свойствами деревьев; P и g — безразмерные переменные коэффициенты.

Очевидно, при $g = 1$ и реакциях, стимулирующих жизнь, P и m тоже будут равны 1.

Томaziус, исходя из предположения, что величина роста в функции t , D зависит от времени t и числа встреч N_+ , получил следующее соотношение:

$$N_+(t, D) = N_0 (t = \text{const}, VD = \text{const}) \{1 - \exp[-D_t \chi (1 - e^{-Ct})]\}, \quad (4.23)$$

где $N_+(t, D)$ — число встреч при дозе D и времени t ; $N_0 (t = \text{const})$ — максимально возможное число встреч при D и t ; χ — величина объема действенных встреч; C — мера числа действенных встреч во времени; D — доза внешних факторов; t — время; VD — объем дозы внешних факторов.

Теперь установлено, что при росте в длину проявляется прямая зависимость между $N_+(t, D)$ и достигнутой величиной рассматриваемого показателя $W(t, D)$, а при росте в объеме – степенная, причем показатель степени равен 3. В условиях же постоянства внешней среды $D = \text{const}$, $W_{\max} = P [N_0 (D = \text{const})]^a$, $K_D = D\chi = \text{const}$. Исходя из этого, соотношение (4.23) принимает следующий вид (Лир, Польстер, Фидлер, 1974):

$$W(t) = W_{\max} (D = \text{const}) \{1 - \exp[-K_D t (1 - e^{-Ct})]\}^a. \quad (4.24)$$

Гуттенберг, используя эту зависимость и приняв $a = 1$, предложил следующую формулу для расчета высоты елового древостоя:

$$h = 33,4 [1 - e^{-0,014t(1 - e^{-0,026t})}]. \quad (4.25)$$

Она позволила достаточно точно описать ход роста указанной культуры для конкретных условий внешней среды. Для других древесных культур и других условий величина $h_{\max}$, коэффициенты K_D и C , очевидно, будут другими.

На основе данных Е. С. Павловского [28] были рассчитаны величины указанных выше характеристик (табл. 4.2). Расчеты показали, что величины N_m для различных природно-экономических зон страны, почв и условий лежат в пределах от 6 до 29,5 м. Значения коэффициентов K_D и C также изменяются в очень больших пределах.

4.2. Значения показателей N_m , C и K_D для различных древесных культур и типов почв

Регион	Древесная культура	Почвы	Коэффициент K_D	Коэффициент C	Параметр N_m , м
Северный Кавказ	Дуб	Обыкновенные и южные черноземы	0,0345	0,15	17
	Акация белая	То же	0,048	0,40	21,5
Центральное Черноземье	То же	"	0,0247	0,18	29,5
Северный Казахстан и Западная Сибирь	Береза повислая	Обыкновенные и южные черноземы	0,039	0,10	23
Заволжье	То же	Обыкновенные черноземы	0,032	0,20	23
Центральное Черноземье и Правобережье Волги	"	То же	0,0376	0,25	24
Украина и Молдова	Дуб	"	0,022	0,136	26
То же	Акация белая	Обыкновенные и южные черноземы	0,034	0,20	20
Северный Кавказ	Вяз приземистый	Южные черноземы	0,079	0,34	14,5
Заволжье	То же	То же	0,07	0,30	14,5

Регион	Древесная культура	Почвы	Коэффициент К _D	Коэффициент С	Параметр Н _м , м
Западная Сибирь	"	"	0,066	0,30	12
Северный Казахстан	"	"	0,066	0,30	12
Украина и Молдова	Дуб	"	0,0537	0,079	14
Каменная степь	Дуб	Обыкновенные черноземы	0,027	0,17	23
Западная Сибирь и Северный Казахстан	Береза повислая	Оподзоленные и выщелоченные черноземы	0,039	0,10	23
Украина и Молдова	Дуб	Серые лесные. Оподзоленные, выщелоченные и типичные черноземы	0,023	0,095	27,5
Центральное Черноземье и Правобережье Волги	Береза повислая	То же	0,05	0,10	24
Северный Кавказ	Вяз приземистый	Темно-каштановые и каштановые	0,076	0,34	11,5
Заволжье	То же	То же	0,057	0,18	14,5
Правобережье Нижней Волги	"	"	0,081	0,28	12
Западная Сибирь и Северный Казахстан	Береза повислая	"	0,042	0,165	15,5
Северный Кавказ	Дуб	Темно-каштановые	0,0306	0,077	16,5
Северный Кавказ	Акация белая	Каштановые	0,093	0,6	7,0
Украина и Молдова	То же	То же	0,0507	0,065	13
Украина и Молдова	"	Выщелоченные и типичные черноземы	0,042	0,32	24
Прикаспийская низменность	низ-"	Светло-каштановые	0,109	0,27	6,0
Западная Сибирь	Акация белая	Светло-каштановые	0,066	0,30	12
Северный Казахстан	То же	То же	0,066	0,30	12
Украина и Молдова	Дуб	"	0,0537	0,079	14
Каменная степь	То же	Обыкновенные черноземы	0,027	0,17	23
Западная Сибирь и Северный Казахстан	Береза повислая	Оподзоленные и выщелоченные черноземы	0,039	0,10	23
Украина и Молдова	Дуб	Серые лесные. Оподзоленные, выщелоченные и типичные черноземы	0,023	0,095	27,5
Центральное Черноземье и Правобережье Волги	Береза повислая	То же	0,05	0,10	24

Регион	Древесная культура	Почвы	Коэффициент K_D	Коэффициент C	Параметр $H_M, м$
Северный Кавказ	Вяз приземистый	Темно-каштановые и каштановые	0,076	0,34	11,5
Заволжье	То же	То же	0,057	0,18	14,5
Правобережье Нижней Волги	"	"	0,081	0,28	12
Западная Сибирь	Береза повислая	"	0,042	0,165	15,5
Северный Казахстан	Дуб	Темно-каштановые	0,0306	0,077	16,5
Северный Кавказ	Акация белая	Каштановые	0,093	0,6	7,0

Причем величина коэффициента K_D с увеличением бонитета почв B_n уменьшается, а H_M , наоборот, увеличивается. Что же касается значений коэффициента C , то они практически не зависят от бонитета почв, а определяются генетическими свойствами деревьев (рис. 4.5).

Проверка сходимости по формуле (4.24) показала, что теоретические кривые хода роста практически совпадают с опытными (рис. 4.6). Это дает основание использовать указанную математическую зависимость как базовую функцию при построении алгоритмической структуры для определения среднегодовых высот древостоя ползающих

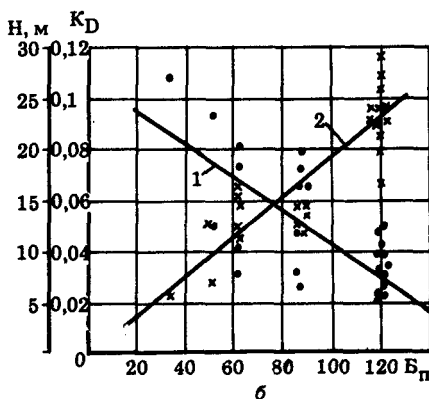
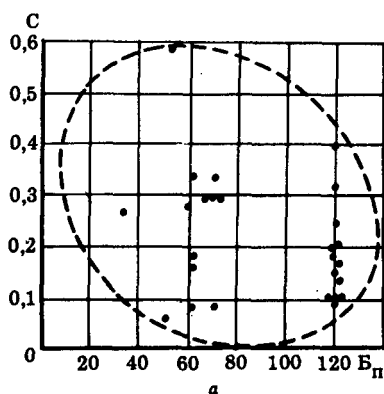


Рис. 4.5. Зависимость коэффициента $C(a)$ и показателей H_M и $K_D(b)$ от бонитета почв B_n :

$$1 - K_D = f(B_n); 2 - H_M = f(B_n)$$

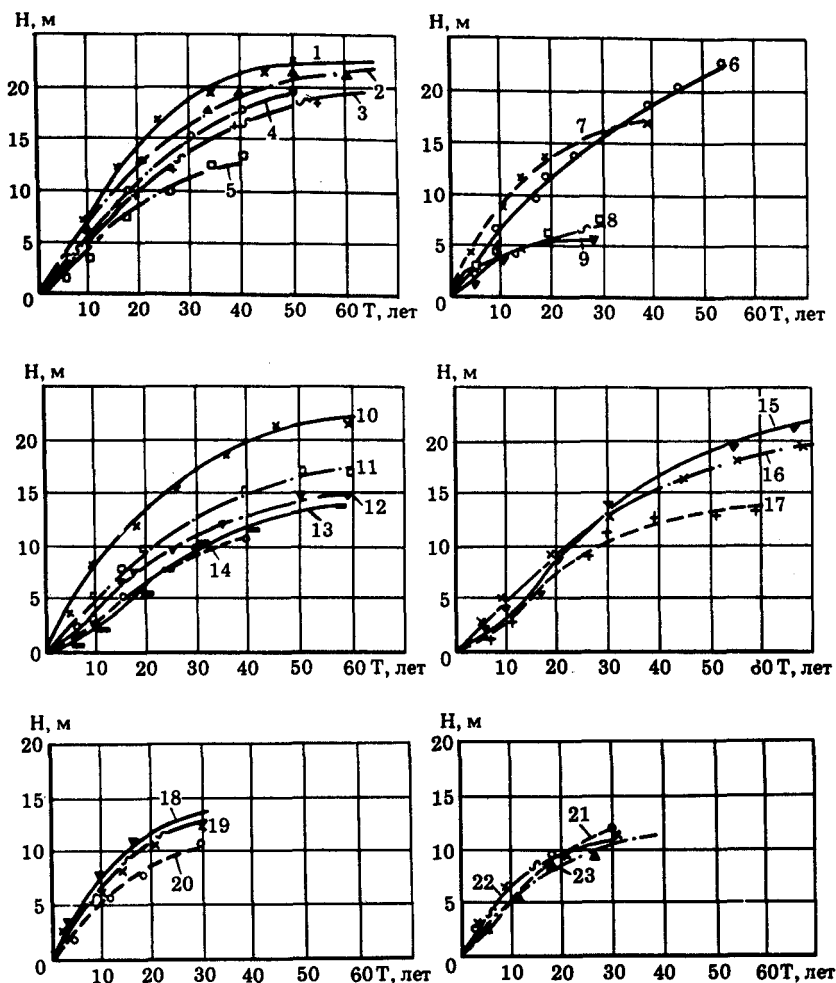


Рис.. 4.6. Рассчитанные и опытные данные о ходе роста древесных культур в лесных полосах различных зон страны:

— кривые, построенные на основе опытных данных, взятых у Е. С. Павловского (1976); остальные кривые построены путем расчета по формуле (4.34); 1–5 – береза повислая; 6–11 – акация белая; 12–17 – дуб; 18–23 – вяз приземистый; 1, 8, 10 и 15 – серые лесные почвы, оподзоленные, выщелоченные и типичные черноземы; 2, 3, 6, 7, 11, 12 и 16 – обыкновенные черноземы; 17, 18, 19 и 23 – южные черноземы; 5, 13, 20, 21 и 22 – темно-каштановые почвы; 14 – каштановые почвы; 9 – светло-каштановые и бурые почвы; 1, 2, 6 и 22 – Центрально-Черноземная зона и правобережье Нижней Волги; 3, 19 и 21 – Заволжье; 4, 5 и 23 – Западная Сибирь и Северный Казахстан; 10, 11, 14, 15 и 17 – Украина и Молдова; 7, 8, 12, 13, 18 и 20 – Северный Кавказ; 9 – Прикаспийская низменность

лесных полос. Тогда расчетная высота лесных полос, используемая при определении мелиоративного эффекта от их влияния,

$$H = H_m \left\{ 1 - \frac{1}{2} e^{-K_D t(1 - e^{-Ct})} - \frac{1}{2} e^{-K_D(t+1)[1 - e^{-C(t+1)}]} \right\}. \quad (4.26)$$

Рассчитанные по этой формуле высоты лесных полос будут средними за вегетационный период.

4.2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИБАВОК УРОЖАЯ НА ЗАЩИЩАЕМОЙ ЛЕСНЫМИ ПОЛОСАМИ ТЕРРИТОРИИ

На защищенной площади, как показывает опыт, урожай сельскохозяйственных культур получают выше, чем на открытом пространстве. Размер прибавки урожая вместе с тем зависит от конструктивных особенностей и высоты лесных полос, занимаемой ими площади, условий произрастания, вида сельскохозяйственных культур и других факторов. Иначе говоря, связь прибавки урожая с определяющими ее факторами многопозиционна, достаточно сложна для математического описания и требует определенных допущений и ограничений. В связи с этим считается, что окаймляющие межполосную клетку лесные полосы имеют один возраст, одинаковую высоту и ширину. Урожай за пределами зоны защиты (в межполосной клетке) принимается таким же, как и на открытом пространстве. Такой же урожай используется при расчете недобора продукции с площади, занимаемой лесными полосами. Прибавка урожая на единице площади считается постоянной по всей защищенной области и равной средневзвешенной величине.

Принимая указанные допущения и обозначив средний урожай в защищенной зоне Y_z , а на открытом пространстве Y_o , валовой сбор сельскохозяйственной продукции с защищенной межполосной клетки можно найти из соотношения

$$Q_z = Y_z S_{ср.з} + (L_{мп} L_o - S_{ср.з}) Y_o. \quad (4.27)$$

С открытой площади, равной по размеру территории с лесными полосами, валовой сбор сельскохозяйственной продукции

$$Q_o = Y_o [L_{мп} L_o + B_{л} (L_{мп} + L_o)]. \quad (4.28)$$

Тогда средняя прибавка урожая с единицы площади

$$\Pi_{ф.ср} = \frac{[Y_z S_{ср.з} + (L_{мп} - S_{ср.з}) Y_o] - Y_o (L_{мп} L_o + B_{л} L_{мп} + B_{л} L_o)}{(L_{мп} L_o + B_{л} L_{мп} + B_{л} L_o)}. \quad (4.29)$$

Приняв во внимание, что отношение $S_{ср.з} / (L_{мп} L_o)$ характеризует долю защищенной площади, а выражение $S_{ср.з} / B_{л} (L_{мп} + L_o)$ дает представление о соотношении защищенной площади и той, которая занята лесными полосами, введем два новых показателя. Первый из них

назовем коэффициентом защищенности K_3 , а второй — коэффициентом нагрузки K_H . Очевидно, что $K_3 = S_{\text{ср.з}} / L_{\text{мп}} L_o$, а $K_H = S_{\text{ср.з}} / [B_{\text{л}} (L_{\text{мп}} + L_o)]$.

Тогда зависимость (4.29) примет другой вид:

$$P_{\Phi, \text{ср}} = \frac{y_3 K_3 K_H}{(K_H + K_3)} + \frac{y_o \left(\frac{L_{\text{мп}}}{S_{\text{ср.з}}} - 1 \right) K_3 K_H}{(K_H + K_3)} - y_o. \quad (4.30)$$

Относительная же величина прибавок урожая может быть рассчитана по формуле

$$P'_{\Phi, \text{ср}} = \left[\frac{y_3 K_3 K_H}{y_3 (K_H + K_3)} + \frac{\left(\frac{L_{\text{мп}}}{S_{\text{ср.з}}} - 1 \right) K_3 K_H}{K_H + K_3} - 1 \right] 100 \%. \quad (4.31)$$

Надо отметить, что величина Y_3 зависит как от условий произрастания сельскохозяйственных культур, определяемых местоположением территории, режимом влажности и бонитетом почв, так и от мелиоративных свойств лесных полос. Анализ прибавок урожая [12] показывает, что с увеличением высоты лесных полос они возрастают, причем это возрастание идет не по линейному закону (рис. 4.7). В общем случае связь между нормированной величиной прибавки урожая и нормированной высотой лесных полос может быть аппроксимирована уравнением

$$\frac{P_{zi}}{P_{\text{пф.}}} = \frac{P_{i3}}{P_{\text{пф.}}} + \delta_* \left(\frac{H_j}{H_{\text{пф.}}} - \frac{H_{i3}}{H_{\text{пф.}}} \right)^{m'}, \quad (4.32)$$

где δ_* — коэффициент, зависящий от породного состава деревьев и условий роста лесных полос и сельскохозяйственных культур; m' — показатель степени; $P_{i3} / P_{\text{пф.}}$ — нормированная прибавка урожая в первый учетный год эксплуатации лесных полос; $H_{i3} / H_{\text{пф.}}$ — нормированная высота лесных полос в первый год их эксплуатации.

Для нахождения абсолютных величин $P_{i3} / P_{\text{пф.}}$, δ_* , $H_{i3} / H_{\text{пф.}}$ и m' , а также определения диапазона их варьирования был проведен корреляционный анализ связи показателей $\left(\frac{P_{zi}}{P_{\text{пф.}}} - \frac{P_{i3}}{P_{\text{пф.}}} \right)$ и $\left(\frac{H_j}{H_{\text{пф.}}} - \frac{H_{i3}}{H_{\text{пф.}}} \right)$,

представленных в логарифмическом масштабе. Анализ проводился для различных сельскохозяйственных культур на основе данных отдела экономики ВНИАЛМИ.

Проделанная работа позволила установить, что указанная связь по своей структуре мало зависит от вида сельскохозяйственных культур, зональности и административного района. Коэффициент корреляции между рассматриваемыми показателями равен 0,82–0,94, коэффициент же детерминации имеет величину 0,67–0,88.

Анализируя величины $P_{i3} / P_{\text{пф.}}$ и $H_{i3} / H_{\text{пф.}}$, можно отметить, что их средние значения для рассматриваемых зон равны 0,10–0,14. Показатели же δ_* и m' имеют следующую величину: для лесостепи —

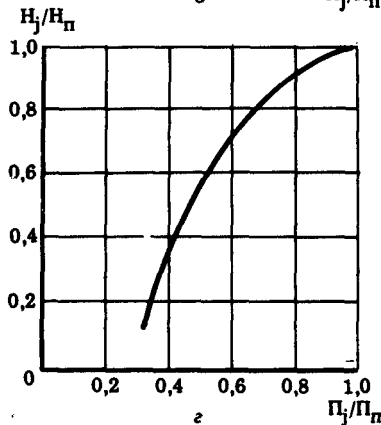
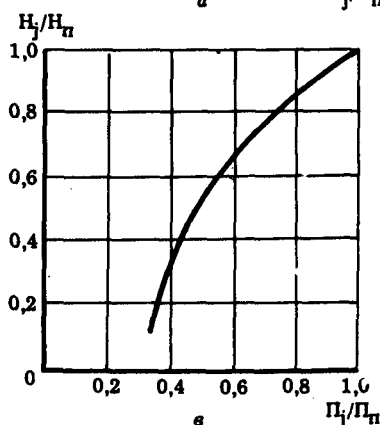
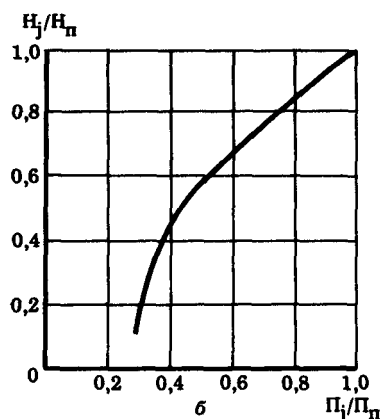
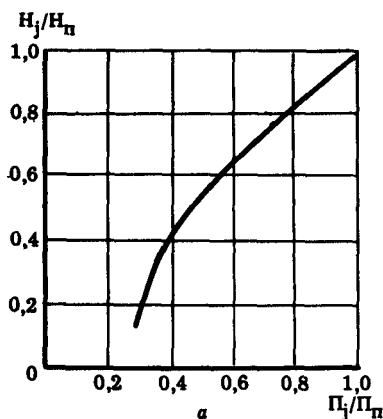


Рис. 4.7. Зависимость нормированной величины прибавки урожая Π_j/Π_n от нормированной высоты лесных полос в различных природно-экономических зонах страны:

а — лесостепь; б — степь; в — сухая степь; г — полупустыня

0,78 и 1,32, степи — 1,16 и 1,5, сухой степи — 1,08 и 2,12, полупустыни — 1,38—1,52 и 1,66—1,171.

Для определения абсолютных величин прибавок урожая $\Pi_{\text{ж}}$ необходимо знать, как изменится $\Pi_{\text{пф}}$ (прибавка при достижении древостоя лесной полосы проектной высоты). Как показывает многолетний опыт, величина $\Pi_{\text{пф}}$ зависит от бонитета почв, климатических факторов, конструкции и ажурности лесных полос. Определяющим параметром, очевидно, является и размер межполосного пространства. Поэтому необходимо знать функциональную связь $L_{\text{мп}}/H = f(\Pi_{\text{пф}})$.

Чтобы раскрыть связь размера прибавки урожая с величиной межполосного пространства, был использован банк опытных данных по урожаю сельскохозяйственных культур, собранных отделом эко-

номики ВНИАЛМИ в разных природно-экономических зонах с различным типом и бонитетом почв. Как показали исследования, соотношение между урожаем в системах с межполосными пространствами меньше 30Н и равными 30Н в диапазоне величин межполосных пространств от 15 до 30Н можно аппроксимировать уравнением линейного типа:

$$\psi = \frac{y_{L/H < 30}}{y_{L/H = 30}} = a_{yx} + b_{yx} \frac{L}{H}, \quad (4.33)$$

где $y_{L/H < 30}$ и $y_{L/H = 30}$ — урожай в системах лесных полос с межполосными пространствами меньше 30Н и равными 30Н; a_{yx} , b_{yx} — коэффициенты, зависящие от условий произрастания сельскохозяйственных культур; L/H — величина межполосных пространств.

Коэффициент корреляции между указанными показателями равен 0,39–0,68. Для всех зависимостей (кроме случая оподзоленных черноземов) значения $t_r > t_r$, т. е. они значимы. Величины t_r составляют 2,1–14,2, а значения t_r равны 1,96–3,09. Отмечается большая вариация опытных данных. Коэффициент корреляции r имеет ошибку S_r , равную 0,042–0,224.

Средняя величина коэффициента a_{yx} в уравнении регрессии равна 1,129–2,06. Коэффициент пропорциональности b_{yx} изменяется меньше и лежит в пределах от 0,01 до 0,03 (табл. 4.3).

4.3. Значения коэффициентов уравнения регрессии между нормированным урожаем $y_{L/H < 30} / y_{L/H = 30}$ и шириной межполосной клетки L/H

Регион, природная зона	Почва	Коэффициенты	
		a_{yx}	b_{yx}
Поволжский район	Южные черноземы	1,29	0,01
Волгоградская область			
Степь	Обыкновенные черноземы	1,57	0,02
Сухая степь	Каштановые	1,32	0,01
То же	Темно-каштановые	1,39	0,01
"	Пески заросшие	2,06	0,03
Полупустыня	Светло-каштановые	1,32	0,01
Северо-Кавказский район			
Краснодарский край			
Степь	Предкавказские черноземы	1,45	0,015
То же	Южные черноземы	1,24	0,01
"	Предкавказские карбонатные черноземы	1,29	0,01
	Слабовыщелоченные черноземы	1,62	0,02
Ростовская область			
Степь	Южные черноземы	1,29	0,01

Регион, природная зона	Почва	Коэффициенты	
		a_{yx}	b_{yx}
<i>Центрально-черноземный район</i>			
Воронежская область			
Степь	Пойменные дерновые	1,62	0,03
То же	Обыкновенные черноземы	1,32	0,01
<i>Центральный район</i>			
Орловская область			
Лесостепь	Оподзоленные черноземы	1,82	0,03
То же	Серые лесные почвы	1,56	0,02
Тульская область			
	Выщелоченные черноземы	1,31	0,01
<i>Западно-Сибирский район</i>			
Алтайский край			
Степь	Южные черноземы	1,56	0,02
Казахстан			
Кокчетавская область			
Степь	Обыкновенные черноземы	1,36	0,01

4.4. Средневзвешенные значения коэффициентов a_{yx} и b_{yx} для различных почв

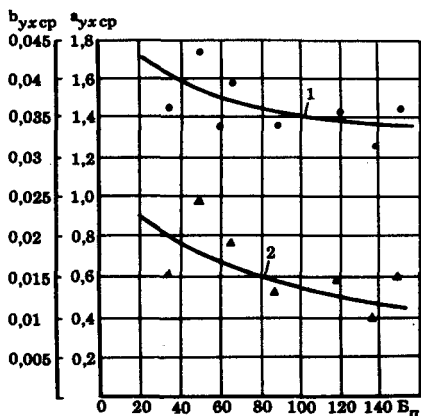
Почва	Коэффициенты	
	$a_{yx\text{cp}}$	$b_{yx\text{cp}}$
Южный чернозем	1,36	0,01333
Обыкновенный чернозем	1,43	0,015
Выщелоченный чернозем	1,46	0,015
Предкавказский чернозем	1,27	0,010
Темно-каштановая	1,39	0,010
Каштановая	1,63	0,023
Светло-каштановая	1,45	0,015
Серая лесная	1,56	0,020

В таблице 4.4. представлены средневзвешенные значения коэффициентов a_{yx} и b_{yx} для различных почв, а на рисунке 4.8 показана связь между этими коэффициентами и бонитетом почвы B_n . Кривые этой связи хорошо описываются уравнениями логарифмического типа:

$$a_{yx} = 2 - 0,109 \ln(1 + 2B_n); \quad b_{yx} = 0,0278 - 0,004 \ln(1 + 0,3B_n). \quad (4.34)$$

Рис. 4.8. Зависимость коэффициентов $a_{yx\text{cp}}$ и $b_{yx\text{cp}}$ от бонитета почв:

1 — коэффициент $a_{yx\text{cp}} = 2 - 0,192 \ln(1 + 2B_{\text{п}})$; 2 — коэффициент $b_{yx\text{cp}} = 0,03 - 0,007 \ln(1 + 0,1B_{\text{п}})$



Тогда с учетом выражения (4.33) математическую модель формирования урожая в межполосных пространствах разной величины можно представить в следующем виде:

$$Y_{L/H < 30} = \{2 - 0,109 \ln(1 + 2B_{\text{п}}) - [0,0278 - 0,004 \ln(1 + 0,3B_{\text{п}})] \frac{L}{H}\} Y_{L/H = 30}, \quad (4.35)$$

где $Y_{L/H < 30}$ — урожай в системе лесных полос с межполосными пространствами $L/H < 30$; $B_{\text{п}}$ — бонитет почв; $\frac{L}{H}$ — величина межполосного пространства, нормированная высота лесных полос; $Y_{L/H = 30}$ — урожай в системе лесных полос с межполосными пространствами, равными $30H$.

Анализ выражения в фигурных скобках формулы (4.35) показывает, что с увеличением бонитета почв величины, получаемые с ее помощью, монотонно возрастают, а с увеличением размера межполосных пространств, наоборот, уменьшаются.

Следует также отметить, что нормирующий показатель $Y_{L/H = 30}$ несколько выше урожая в открытом пространстве Y_0 и его также необходимо корректировать в зависимости от природных и почвенных условий возделывания сельскохозяйственных культур.

Как видно из рисунка 4.9, на котором представлены данные отдела экономики ВНИАЛМИ, обработанные по специальной методике как для озимой пшеницы, так и для однолетних и многолетних трав, кукурузы на силос отношение $Y_{L/H = 30} / Y_0$ с увеличением уровня урожайности Y_0 сельскохозяйственных культур сначала резко уменьшается, а затем, достигнув определенного предела, стабилизируется и остается практически неизменным. Для озимой пшеницы такой предел $Y_0 = 16-20$ ц/га, однолетних и многолетних трав, кукурузы на силос — $6-12$ ц/га.

Обращает на себя внимание достаточно большая вариабельность данных, что говорит о влиянии на формирование урожая организа-

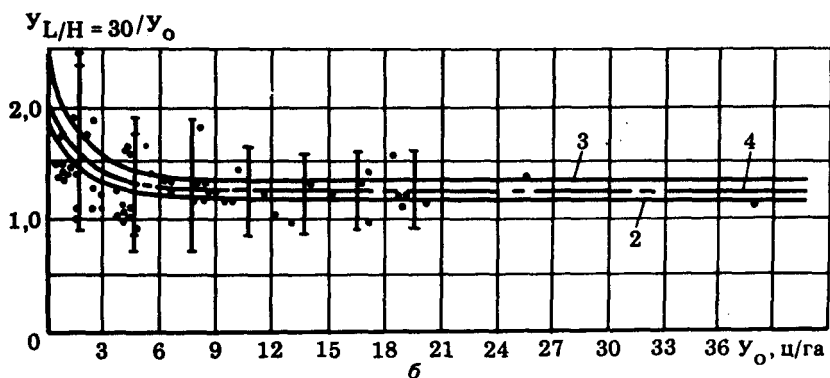
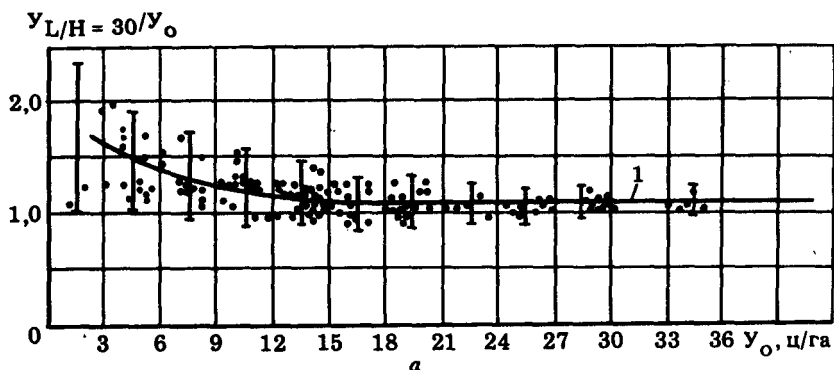


Рис. 4.9. Зависимость отношения $y_{L/H=30}/y_0$ от уровня урожайности сельскохозяйственных культур в открытом поле y_0 :

1 — озимые зерновые культуры; 2 — многолетние травы, кукуруза на силос; 3 — однолетние травы; 4 — однолетние и многолетние травы, кукуруза на силос

ционно-хозяйственных и других факторов. И тем не менее указанный закон изменения функции $y_{L/H=30}/y_0$ от y_0 проявляется достаточно четко. В таблице 4.5 приведены данные об отношении $y_{L/H=30}/y_0$ для различных природных зон.

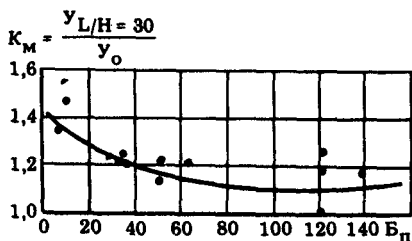


Рис. 4.10. Зависимость коэффициента мелиоративного влияния лесных полос K_M от соотношения $y_{L/H=30}/y_0$ в системе ЛП с межполосными расстояниями $L_{МП} = 30H$:

$K_M = \frac{1,1 + 1,6 \exp(-0,0425 B_n)}{1,0 + \exp(-0,0425 B_n)}$; $y_{L/H=30}$ — урожай в межполосных пространствах системы ЛП; y_0 — урожай в открытом поле

4.5. Коэффициент увеличения урожая $Y_{L/H=30} / Y_0$ для систем полезащитных лесных полос с междоузлиями пространствами, равными 30H

Регион, природная зона	Почва	Бонитет почв B_n	Коэффициент увеличения урожая
<i>Поволжский район</i>			
Волгоградская область			
Сухая степь	Каштановая	50	1,15
Степь	Обыкновенный чернозем	119	1,25
Полупустыня	Светло-каштановая	33	1,24
Калмыцкая АССР			
Полупустыня	Светло-каштановая	33	1,18
Астраханская область			
Полупустыня	Песчаная	10	1,48
Куйбышевская область			
Лесостепь	Обыкновенный чернозем	119	1,18
<i>Северо-Кавказский район</i>			
Ростовская область			
Степь	Супесчаная	50	1,23
Краснодарский край			
Степь	Предкавказский чернозем	137	1,19
<i>Центрально-черноземный район</i>			
Воронежская область			
Степь	Обыкновенный чернозем	119	1,25
<i>Казахстан</i>			
Павлодарская область			
Сухая степь	Темно-каштановая	61	1,21
Актюбинская область			
Сухая степь	То же	61	1,21
Кокчетавская область			
Степь	Обыкновенный чернозем	119	1,02

На рисунке 4.10 показан характер связи между $Y_{L/H=30} / Y_0$ и бонитетом почв B_n . Наиболее резко отношение $Y_{L/H=30} / Y_0$ уменьшается при B_n от 10 до 60. В дальнейшем же при $B_n > 60$ указанное отношение изменяется мало. Иначе говоря, в области $B_n > 60$ величины $Y_{L/H=30} / Y_0$ практически не зависят от бонитета почв и становятся равными 1,11–1,14.

Учитывая отмеченные закономерности, связь между $Y_{L/H=30} / Y_0$ и B_n математически можно выразить так:

$$\psi_1 = \frac{Y_{L/H=30}}{Y_0} = \{1,6 - 0,5 / [1 + \exp(-0,0425B_n)]\}. \quad (4.36)$$

Тогда математическая модель (4.35) формирования урожая в межполосных пространствах систем ползащитных лесных полос может быть представлена в следующей форме:

$$Y_{L/H} = \{2 - 0,109 \ln(1 + 2B_n) - [0,0278 - 0,004 \ln(1 + 0,3B_n)] \frac{L}{H}\} [1,6 - \frac{0,5}{1 + \exp(-0,0425B_n)}] Y_0. \quad (4.37)$$

Величина нормативной прибавки урожая в системах ползащитных лесных полос, имеющих высоту, равную проектной

$$P_n = [0,6 - \frac{0,5}{1 + \exp(-0,0425B_n)}] Y_0. \quad (4.38)$$

Надо отметить, что прибавка урожая в этих условиях зависит еще и от конструктивных параметров лесных полос. При построении математической модели формирования прибавок урожая в зоне влияния лесных полос с разной ажурностью используем следующие допущения и краевые условия:

при ажурности лесных полос $\varphi = 0$ и на открытом пространстве прибавки соответственно равняются P_0 и нулю;

при оптимальной ажурности лесных полос ($\varphi = 35-40\%$) прибавка урожая составит P_{35} ;

в целом, изменение прибавок урожая в функции от ажурности идет не по линейному закону и при $\varphi = 35-40\%$ прибавка имеет наибольшую величину;

изменение прибавок урожая на отдельных участках увеличения φ , в частности от 0 до $35-40\%$ и от $35-40\%$ до 100% , можно принять подчиняющимся линейному закону.

Тогда для диапазона изменения ажурности φ от 0 до $35-40\%$ прибавки урожая можно будет рассчитать по формуле

$$P_{\varphi} = P_{n,0} + \frac{(P_{n,m} - P_{n,0}) \varphi}{a_m}, \quad (4.39)$$

где P_{φ} — прибавка урожая в зоне влияния лесных полос, имеющих проектную высоту, с ажурностью φ ; $P_{n,0}$ и $P_{n,m}$ — прибавка урожая в зоне влияния лесных полос, достигших проектной высоты, с ажурностью, равной 0 и $35-40\%$ (значения берутся из нормативов [12]); φ — ажурность лесных полос; a_m — коэффициент, равный 35.

В диапазоне изменения значений φ от $35-40\%$ до 100% прибавки урожая могут быть рассчитаны по зависимости

$$P_{\varphi} = 0,0154 P_{n,m} (100 - \varphi). \quad (4.40)$$

Прибавки, рассчитанные по формулам (4.39) и (4.40), характеризуют работу лесных полос на землях с определенным бонитетом B_* . Чтобы можно было их находить при любых других значениях бонитета почв, необходимо в эти формулы ввести корректирующий коэффи-

циент. Величину его можно найти из соотношения (4.38), решив его для двух значений бонитета почв, одно из которых равно $B_{п*}$. Получим следующую зависимость:

$$K_{\delta} = \frac{\{0,6 [1 + \exp(-0,0425B_{п})] - 0,3 [1 + \exp(-0,0425B_{п*})]\}}{\{0,6 [1 + \exp(-0,0425B_{п*})] - 0,5 [1 + \exp(-0,0425B_{п})]\}}. \quad (4.41)$$

Тогда прибавка урожая в зоне влияния лесных полос с ажурностью φ при учете бонитета (плодородия) почв

$$\Pi'_{п\varphi} = K_{\delta} \Pi_{п\varphi}. \quad (4.42)$$

Нормативные прибавки урожая рассчитывались исходя из фиксированной протяженности учетной зоны, равной 30Н, причем последняя бралась одинаковой для лесных полос всех конструкций. Вместе с тем протяженность зоны мелиоративного влияния, как было показано многочисленными исследованиями, является функцией ажурности лесных полос (см. формулы 4.2 и 4.3). Поэтому при $\varphi \neq 35-40\%$ необходимо в формулу (4.42) ввести поправочный коэффициент.

Как показали исследования, в диапазоне изменения ажурности у лесных полос от 0 до 35-40% этот коэффициент может быть найден из соотношения:

$$\xi_{\varphi} = 0,033 [\psi + \chi\varphi + \beta_1 (100 - \varphi)^m] \ln(1 + \frac{H_{п}}{\eta}), \quad (4.43)$$

где $\eta = 0,1$, $\psi = 5$, $\chi = 0,05$, $\beta_1 = 2 \cdot 10^{-4}$, $m = 2$.

В том случае, когда значения ажурности φ лежат в диапазоне от 35-40% до 100%, можно использовать зависимость

$$\xi'_{\varphi} = 0,033 [\beta (100 - \varphi) + \beta_1 (100 - \varphi)^m] \ln(1 + \frac{H_{п}}{\eta}), \quad (4.44)$$

где $\beta = 0,117$.

Учитывая выражения (4.43) и (4.44), скорректированные величины прибавок урожая $\Pi_{п\varphi*}$ можно будет рассчитать по формулам:

$$\Pi_{п\varphi*} = \xi_{\varphi} \Pi_{п\varphi} - \text{при } \varphi \text{ от } 0 \text{ до } 35-40\%; \quad (4.45)$$

$$\Pi_{п\varphi*} = \xi_{\varphi} \Pi'_{п\varphi} - \text{при } \varphi \text{ от } 35-40\% \text{ до } 100\%.$$

Принимая во внимание уравнение (4.37), можно записать:

$$Y_s = Y_0 + \left[\frac{\Pi_{1s}}{\Pi_{п\varphi*}} + \delta_* \left(\frac{H_j}{H_{п}} - \frac{H_{1s}}{H_{п}} \right)^{m'} \right] \Pi_{п\varphi*}, \quad (4.46)$$

где Y_s — урожай в зоне влияния лесных полос высотой H_j ; Y_0 — урожай на незащищенной лесными полосами территории (на открытом пространстве).

Таким образом, все показатели, входящие в выражения (4.32) и (4.33), получили свою математическую интерпретацию и с определен-

ной точностью могут быть рассчитаны. Из этого, в свою очередь, следует, что имеется возможность прогнозировать прибавки урожая при любой высоте лесных полос H_j как для зоны их мелиоративного влияния, так и для всей площади, обслуживаемой лесными полосами, включая и ту, которую они занимают сами. Появляется также возможность расчета эффективности лесомелиорации, исходя из всего периода существования лесных полос, а точнее, периода полного древооборота.

Как показывает опыт, период полного древооборота можно разделить на три характерных временных интервала. Первый из них $N_{п.п}$ — годы, когда осуществляется подготовка почвы для посадки лесных полос, проводится их посадка, происходит рост и смыкание древостоя. В этот временной интервал нормативная прибавка урожая на обслуживаемой лесными полосами площади отсутствует, а на площади, занимаемой собственно лесными полосами, отсутствует и сам урожай сельскохозяйственных культур. Во второй временной период древооборота $N_{п.з}$ нормативная прибавка урожая на обслуживаемой лесными полосами территории является функцией времени (поскольку изменяется высота лесных полос). В третий временной период древооборота N_3 нормативная прибавка урожая на обслуживаемой лесными полосами территории постоянна по времени, а определяется лишь проектной высотой древостоя $H_{п.}$, бонитетом почв $B_{п.}$ и ажурностью лесных полос φ .

Исходя из указанного выше деления, валовой сбор сельскохозяйственной продукции с обслуживаемой лесными полосами площади в первый временной период

$$Q_{п.п} = Y_o L_{мп} L_o N_{п.п}. \quad (4.47)$$

Во второй временной период древооборота валовой сбор сельскохозяйственной продукции с той же площади

$$Q_{п.з} = \sum_1^{N_{п.з}} (Y_o + \Pi_{\varphi*срj}) [L_{мп} L_o + B_{л} (L_{мп} + L_o)]. \quad (4.48)$$

В третий временной период древооборота валовой сбор сельскохозяйственной продукции при тех же размерах обслуживаемой площади

$$Q_3 = (Y_o + \Pi_{л\varphi*ср}) [L_{мп} L_o + B_{л} (L_{мп} + L_o)] N_3. \quad (4.49)$$

Тогда валовой сбор сельскохозяйственной продукции за весь период древооборота

$$Q_s = Y_o L_{мп} L_o N_{п.п} + \left[\sum_1^{N_{п.з}} (Y_o + \Pi_{\varphi*срj}) + N_3 (Y_o + \Pi_{л\varphi*ср}) \right] [L_{мп} L_o + B_{л} (L_o + L_{мп})]. \quad (4.50)$$

Отсюда средневзвешенный ежегодный урожай с 1 га обслуживаемой лесными полосами площади

$$Y_{\varphi_{*cp}} = \frac{Y_0 L_{мп} L_0 N_{лп}}{(N_{лп} + N_{лз} + N_3) [L_{мп} L_0 + B_{л} (L_0 + L_{мп})]} + \frac{\sum_{i=1}^{N_{лз}} (Y_0 + \Pi_{\varphi_{*cp}}) + N_3 (Y_0 + \Pi_{\varphi_{*cp}})}{(N_{лп} + N_{лз} + N_3)} \quad (4.51)$$

Тогда средневзвешенная среднемноголетняя прибавка урожая для одной межполосной клетки

$$\Pi''_{\varphi_{*cp}} = (Y_{\varphi_{*cp.в}} - Y_0). \quad (4.52)$$

Прибавка урожая с мелиорированной территории, на которой имеется m межполосных клеток, очевидно, будет

$$\Pi_M = \sum_{i=1}^m \Pi''_{\varphi_{*cp}i} / m, \quad (4.53)$$

где $\Pi''_{\varphi_{*cp}i}$ — средняя прибавка урожая по обслуживаемой лесными полосами площади (включая и ту, которую они занимают сами) при ажурности лесных полос φ_* .

Учитывая выражение (4.53), уровень урожая на лесомелиорируемой площади

$$Y_M = Y_0 + \Pi_M. \quad (4.54)$$

Как видим, величина Y_M определяется условиями формирования урожая на открытом пространстве Y_0 и мелиоративной эффективностью лесных полос, интегрирующейся в показателе Π_M . Величина последнего бывает тем больше, чем меньше сумма периодов $N_{лп}$, $N_{лз}$, N_3 и больше $\Pi_{\varphi_{*cp}i}$, $\Pi_{\varphi_{*cp}}$.

4.3. ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗМЕЩЕНИЕ СИСТЕМ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В РАЙОНАХ АКТИВНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ

Огромный вред почвам наносит ветровая эрозия. Особенно велик он в годы экстремального проявления этого явления, когда выдувание почвы сопровождается развитием пыльных бурь. Наиболее активно ветровая эрозия проявляется на Украине, Северном Кавказе, Нижнем Поволжье, в Западной Сибири, Алтайском крае и Северном Казахстане. Имеются очаги дефляции и в других регионах страны.

Анализ данных метеорологических станций показывает, что процессы ветровой эрозии вызываются ветрами неодинаковой скорости: на Украине максимальные (с обеспеченностью 20 %) скорости ветра во время пыльных бурь составляют 16–27 м/с, но обычно не превышают 24 м/с. В Нижнем Поволжье они лежат в пределах 12,8–24,4 м/с. В Западной Сибири и Алтайском крае этот диапазон равен 12–22 м/с, а на Северном Кавказе 15,2–33,8 м/с. Не одинакова и продолжительность пыльных бурь. Для отдельных метеостанций она достигает 83–157 ч, в основном же лежит в диапазоне от 1 до 60 ч (табл. 4.6).

4.6. Среднесуточные величины годовой продолжительности пыльных бурь и максимальных скоростей ветра с обеспеченностью 20 %

№ п/п	Регион, метеостанция	Продолжительность пыльных бурь в году, ч	Скорость ветра с обеспеченностью 20 %, м/с
1.	Волгоградская область. Гумрак, Серафимович, Рудня, Урюпинск, Клетская, Михайловка, Жирновск Западная Сибирь и Алтайский край. Новосибирск, Барабинск, Чаны, Татарск	До 10	12,8—19,1 16,0—19,0
2.	Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область. Славянск, Майкоп, Белореченск, Темрюк, Шахты, Зимовники, Вешенская, Целина, Ставрополь, Александровское, Невинномысск, Зеленокумск Волгоградская область. Камышин, Горный Балыклей, Елань, Гнилоакский, Перелазовская Западная Сибирь и Алтайский край. Посевная, Сузун, Хабары, Сорокино, Краснощеково	10—20	17,1—31,5 14,5—19,1 13,0—22,0
3.	Краснодарский край и Ростовская область. Ейск, Камышеватская, Демин-Ерик, Краснодар, Отрадная, Усть-Лабинск, Белая Калитва, Миллерово, Маргаритово, Азов, Цимлянск, Морозовск Волгоградская область и Калмыцкая АССР. Быково, Хоперский, Элиста Западная Сибирь и Алтайский край. Одесское, Чистозерное, Эдвинск, Кутино, Баяво, Волчиха	20—30	15,2—33,8 14,5—24,4 17,0—19,0
4.	Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область. Константиновск, Мартыновка, Таганрог, Ростов-на-Дону, Калевская, Армавир, Кропоткин, Кущевская, Лабинск, Арзгир, Ачикулак, Буденовск, Светлоград Западная Сибирь и Алтайский край. Полтавка, Черлак, Исилькуль, Омск, Ребриха, Барнаул Волгоградская область и Калмыцкая АССР. Иловля, Советское, Красный коневод, Сарпа	30—40	17,2—31,8 12,0—20,6 13,9—21,6
5.	Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область. Зерноград, Матвеев Курган, Каменск-Шахтинский, Тимашевск, Тихорецк, Дивное, Рощино Западная Сибирь и Алтайский край. Кочки, Карасук, Славгород, Ключи	40—50	16,6—29,7 15,0—18,0
6.	Краснодарский край. Белая Глина, Сосыка Волгоградская область и Калмыцкая АССР. Эльтон, Яшкуль	50—60	24,0—25,1 14,7—20,3
7.	Ростовская область и Калмыцкая АССР. Ремонтное Волгоградская область и Калмыцкая АССР. Котельниково, Комсомольский, Утта Западная Сибирь и Алтайский край. Иртыш, Поспелиха, Кулунда, Алейск, Рубцовск, Угловское	60	18,5—21,4 14,7—19,4 14,0—18,0

Диапазон эродированности почв также очень широк (табл. 4.7). Неодинаковые скорости эрозионных ветров, их продолжительность воздействия на почвы, характеризующаяся различной податливостью ветру, вызывают их разные годовые потери. Так, на Северном Кавказе для рассмотренных почв они составляют 5,6–48,5 т/га в год, в Нижнем Поволжье – 4,2–22,4, Западной Сибири – 7–25,2 т/га. На Украине, по данным М. И. Долгилевича [10], они равны 2–10 т/га в год. Это свидетельствует о том, что во всех рассмотренных регионах страны практически всегда потери почвы превышают допустимый предел (2–3 т/га в год).

Варьирование этих потерь в широких пределах обуславливает дифференциацию параметров систем лесных полос. Очевидно, увели-

4.7. Эродированность почв Северного Кавказа, Нижнего Поволжья и Западной Сибири

№ п/п	Регион, почвы	Эродиро- ванность почв, т/ч
1.	Северный Кавказ. Светло-каштановые слабосолонцеватые тяжело-суглинистые; темно-каштановые слабосолонцеватые слабокарбонатные тяжело- и среднесуглинистые; каштановые среднесолонцеватые тяжело-суглинистые; темно-каштановые карбонатные тяжело- и среднесуглинистые Нижнее Поволжье. Каштановые тяжело-суглинистые Западная Сибирь. Черноземы южные тяжело-суглинистые	0,2
2.	Северный Кавказ. Черноземы южные тяжело-суглинистые; черноземы предкавказские карбонатные тяжело-суглинистые; каштановые карбонатные среднесуглинистые; черноземы предкавказские карбонатные слабосолонцеватые каменистые тяжело-суглинистые; черноземы предкавказские карбонатные слабодефлированные глинистые Нижнее Поволжье. Каштановые легко- и среднесуглинистые Западная Сибирь. Черноземы обыкновенные тяжело-суглинистые; каштановые легко-суглинистые	0,21–0,60
3.	Северный Кавказ. Черноземы южные некарбонатные и карбонатные среднесуглинистые; черноземы предкавказские и карбонатные слабодефлированные тяжело-суглинистые; черноземы предкавказские карбонатные недефлированные, слабо- и среднедефлированные; черноземы предкавказские слабовыщелоченные глинистые Нижнее Поволжье. Черноземы южные маломощные слабосмытые среднесуглинистые; черноземы обыкновенные малогумусные тяжело-суглинистые	0,61–1,0
4.	Северный Кавказ. Черноземы предкавказские карбонатные слабодефлированные глинистые Западная Сибирь. Черноземы выщелоченные легко-суглинистые	1,01–1,5
5.	Нижнее Поволжье. Черноземы южные маломощные слабосмытые тяжело-суглинистые	1,51–2,0
6.	Северный Кавказ. Черноземы предкавказские слабо- и среднесмытые среднесуглинистые Нижнее Поволжье. Черноземы южные малогумусные слабосмытые легко-суглинистые	2,0

чение потерь почвы в ряде районов требует создания систем лесных полос с такими параметрами, которые бы отличались от параметров других систем, заложенных на землях, где потери почвы от ветровой эрозии меньше.

На правильность такого подхода при проектировании систем лесных полос в районах активного проявления ветровой эрозии указывают материалы, полученные после пыльных бурь 1969, 1972 и 1984 гг. Было установлено, что при чрезмерно больших расстояниях между лесными полосами в межполосных пространствах их систем появляются очаги интенсивного выдувания почвы и сильного повреждения посевов. В самих лесных полосах в таком случае откладываются большие шлейфы мелкозема. Вместе с тем практика показывает, что размер эффективных межполосных пространств зависит от многих факторов, определяющих аэродинамику лесных полос и интенсивность ветроэрозионных процессов. Так, на Северном Кавказе поперечные размеры эффективных межполосных пространств, в зависимости от почвенно-климатических условий развития ветровой эрозии, варьировали от 160 до 600 м, на Украине – от 150 до 430, Алтае – от 100 до 320, в Нижнем Поволжье – от 100 до 400 м.

В системах лесных полос, как и в любом системном объекте, внутренняя взаимосвязь параметров и их взаимоотношение с внешними факторами определяют уровень проявления системных признаков. Важнейшим параметром системы лесных полос является параметр шероховатости. Он, однако, не функционирует изолированно, а влияет на другие параметры, определяющие эрозионный процесс. Величина параметра шероховатости непостоянна для данного поля. Она сильно варьирует от периода предпосевных обработок почвы, когда она наименьшая, до поры созревания урожая, когда она достигает максимальной величины. Однако учитывая сезонный ритм ветровой эрозии, наибольший интерес представляет величина параметра шероховатости весной и осенью. В это время ветровая активность усиливается, и опасность возникновения эрозии почв становится реальной.

Некоторые данные о величине параметра шероховатости подстилающей поверхности приведены в таблице 4.8.

4.8. Величина параметра шероховатости для открытых и занятых некоторыми сельскохозяйственными культурами полей (Долгилевич и др., 1984)

Агрофон	Параметр шероховатости, см
Открытый переветренный песок	0,1
Озимая рожь в стадии кущения	0,7
Говная почва, лишённая растительности	0,3–1,0
Паровое поле	0,5–2,0
Поле после различных обработок	1,1–1,7
Скошенная трава	1,7–2,4

Как видим, параметр шероховатости полей после различных обработок близок к 1–2 см. В отдельных случаях для выровненных поверхностей он может быть равен 0,3–0,5 см. В целом он зависит от генетических свойств почв и характера воздействия на них сельскохозяйственных орудий в процессе обработки.

Для открытых полей с выровненной поверхностью параметр шероховатости можно рассчитать по формулам

$$Z_{0н} = (0,005 d_e + 0,004) d_e^{0,4}; \quad Z_{0м} = 0,03 d_e^{1,4}, \quad (4.55)$$

где $Z_{0н}$, $Z_{0м}$ — параметры шероховатости почвы в натуре и на модели в аэродинамической трубе; d_e — эквивалентный диаметр всех почвенных частиц почвенного образца, см.

Другой важнейший параметр, определяющий выбор степени системности лесомелиоративных структур на пашне, — эродлируемость и общие потери почв.

Эродлируемость почв при скоростях ветра от заданной до критической может быть рассчитана по формуле

$$E = 0,1 (\bar{U}_{z_m} - \bar{U}_{z_{м.кр}})^2 K_2 K_3, \quad (4.56)$$

где $\bar{U}_{z_m}$ и $\bar{U}_{z_{м.кр}}$ — исходная и критическая скорости ветра на высоте Z_m ; K_2 и K_3 — коэффициенты, зависящие от величины эквивалентного диаметра d_{e1} частиц размером < 2 мм и эквивалентного диаметра d_{e2} частиц, составляющих 90 % полного объема образца.

Значения коэффициентов K_2 и K_3 можно найти из соотношений

$$K_2 = 0,22 / d_{e1}^{3,06}; \quad K_3 = (\ln 10 / Z_{0м}^2) / [d_e^{0,61} (\ln Z / Z_{0м}^2)]. \quad (4.57)$$

Величину $\bar{U}_{z_m}$ рассчитывают по формуле

$$\bar{U}_{z_m} = \bar{U}_{н.ф} \cdot K_1, \quad (4.58)$$

где K_1 — коэффициент, зависящий от высоты измерения, скорости ветра и параметров шероховатости $Z_{0м}$ и $Z_{0н}$; $\bar{U}_{н.ф}$ — скорость ветра с заданной обеспеченностью на высоте флюгера.

Значение коэффициента K_1 можно определить из соотношения

$$K_1 [(\ln \frac{1000}{Z_{0н}} - 1) \ln \frac{Z}{Z_{0м}}] / [\ln \frac{1000}{Z_{0н}} (\ln \frac{1000}{Z_{0м}} - 1)]. \quad (4.59)$$

Критическая скорость ветра $\bar{U}_{z_{м.кр}}$ для почвенных разностей может быть найдена из следующей эмпирической зависимости:

$$\bar{U}_{z_{м.кр}} = [(3,2 + 0,025 d_e) \ln \frac{Z}{Z_{0м}}] / \ln \frac{10}{Z_{0м}}. \quad (4.60)$$

Эквивалентный диаметр d_{e1} определяют на основе данных агрегатного состава почв по формуле

$$d_{e1} = (0,05 P_1 + 0,175 P_2 + 0,375 P_3 + 0,75 P_4 + 1,5 P_5) / (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5), \quad (4.61)$$

где P_1, P_2, P_3, P_4 и P_5 — % содержания в образце фракций $< 0,1$ мм, $0,1-0,25$, $0,25-0,5$, $0,5-1$ и $1-2$ мм.

Эквивалентный диаметр d_{e2} находят по эмпирической зависимости

$$d_{e2} = 1,1 d_e. \quad (4.62)$$

Эродруемость почв характеризует возможные их потери в единицу времени с единицы площади. Временной фактор воздействия ветра эта характеристика не учитывает. Иначе говоря, она не в полной мере характеризует защищаемую территорию и систему лесных полос с теми или иными параметрами. Однако на ее основе можно получить другую очень важную характеристику, необходимую при выборе эффективных межполосных расстояний в системе — потенциальные годовые потери почвы от ветровой эрозии Q , которые, очевидно, будут равны произведению эродруемости на продолжительность действия ветра на почву t_n . Тогда будем иметь

$$Q = Et_n. \quad (4.63)$$

Работа системы лесных полос в районах активного проявления ветровой эрозии, как и на территории, где она отсутствует, существенно зависит от ажурности, высоты и конструкции лесных полос. Как показали исследования и подтвердил практический опыт, наилучший ветровой режим на облесенном поле складывается в системе лесных полос с ажурностью 40 %. Положительно влияет на режим скорости ветра в межполосных пространствах увеличение высоты лесных полос, поскольку в этом случае степень их взаимодействия в системе возрастает, т. е. повышается роль системного фактора.

Расстояние между лесополосами как параметр системы наиболее эффективно вызывает изменение ветрового режима. Средняя скорость ветра на поле пропорциональна расстоянию между основными лесополосами. Но если условия защиты почвы от ветровой эрозии требуют снижения скорости ветра, то необходимо уменьшить величину этого параметра. Расчет максимально допустимых межполосных расстояний в системах взаимодействующих лесных полос может быть осуществлен с помощью следующей математической модели:

$$L_a = \frac{3N\bar{U}_{\max}^{2,55} Z_0^{0,105} + 28,8\bar{U}_{\text{доп}}^{2,55} H^{1,105}}{\bar{U}_{\max}^{2,55} Z_0^{0,105}}, \quad (4.64)$$

где L_a — максимально допустимое расстояние между ажурными лесополосами; $\bar{U}_{\max}$ — максимальная скорость ветра во время пыльных бурь с обеспеченностью $N\%$, приведенная к скорости на уровне Z ; Z_0 — параметр шероховатости поверхности поля; $\bar{U}_{\text{доп}}$ — допустимая скорость ветра на уровне z , вызывающая потери почвы от эрозии, которые не превышают предел эрозии.

При этом нужно решить ряд проблем. Одна из них, на какую скорость ветра следует ориентироваться в расчетах. Если исходить из скорости ветра с очень высокой черотностью, то рассчитанные по

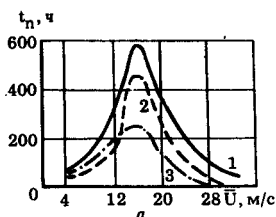
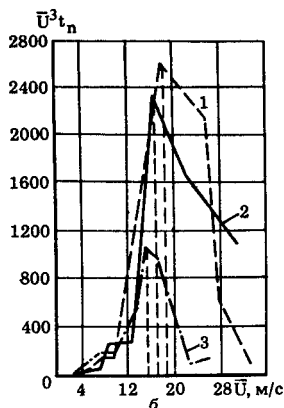


Рис. 4.11. Связь между продолжительностью пыльных бурь t_n и скоростью ветра $\bar{U}$ (а), комплексным показателем $\bar{U}^3 t_n$ и скоростью ветра $\bar{U}$ (б):

1, 2, и 3 — метеостанции Заветное, Матвеев Курган и Каменск-Шахтинский



указанной выше модели системы лесных полос будут в максимальной степени защищать почву от выдувания. Однако в этом случае межполосные расстояния окажутся минимальными. Если же расчет вести на скорости ветра с малой вероятностью, то межполосные расстояния окажутся завышенными. В них при высоких скоростях ветра будут образовываться очаги выдувания почвы и засыхания растений.

Для решения этого вопроса были проанализированы данные 68 метеостанций Северного Кавказа и Калмыцкой АССР. В результате удалось установить, что связь между скоростью ветра и продолжительностью пыльных бурь может быть достаточно хорошо аппроксимирована кривой нормального распределения (рис. 4.11). Вместе с тем в литературе имеются сведения о том, что эродирующая способность ветра пропорциональна его скорости в кубе. Поэтому правомерно было допустить, что потери почвенного мелкозема пропорциональны комплексному параметру $U^3 t_n$.

Для примера на рисунке 4.11 показана зависимость между этим параметром и скоростью ветра во время пыльных бурь для трех произвольно выбранных метеостанций Ростовской области. Как видим, кривые имеют максимум при скоростях ветра 19, 16 и 17 м/с. С другой стороны, такую же величину имеют скорости ветра во время пыльных бурь обеспеченностью 20 %. Это обстоятельство явилось первым важным аргументом в пользу того, что именно эту скорость ветра нужно брать в качестве исходной при расчетах систем полезащитных лесных полос.

Одним из главных определяющих факторов, используемых при расчетах лесомелиоративных структур, является годовой объем потерь от ветровой эрозии. Найти его можно путем суммирования потерь почвы при различных скоростях ветра в диапазоне их значений от критической $\bar{U}_{кр}$ до заданной $\bar{U}$. Математически это выражается следующим образом:

$$Q_S = \sum_1^n g\bar{U}_i t_{\pi i}, \quad (4.65)$$

где $g\bar{U}_i$ — потери почвы при скоростях ветра $\bar{U}_i$; $t_{\pi i}$ — продолжительность воздействия ветра на почву при его скорости $\bar{U}_i$; n — число ступеней значений скорости ветра.

При всей своей простоте и надежности указанный выше метод имеет один существенный недостаток — требует больших затрат труда и времени. Поэтому была сделана попытка найти адекватный, но более простой путь решения задачи. Для этого полученные с помощью описанного метода значения Q_S сопоставлялись с теми, которые были найдены с использованием годовой продолжительности пыльных бурь t_{π} и скорости ветра с разной обеспеченностью $\bar{U}_{z_m}$. При этом значения Q_S^1 для единицы площади рассчитывались по формуле

$$Q_S^1 = A_S (\bar{U}_{z_m} - \bar{U}_{z_{m,кр}}^2) t_{\pi}, \quad (4.66)$$

где A_S — коэффициент. Для открытой почвы $A_S = 0,1 \cdot K_2 \cdot K_3$.

Коэффициенты K_2 и K_3 определяют по формуле (4.57).

Исследования показали, что наиболее близкое совпадение величин Q_S^1 и Q_S бывает в случае, когда при расчетах используется скорость ветра с обеспеченностью, близкой к 20 %. Это второй аргумент в пользу того, чтобы именно эту скорость ветра использовать при определении параметров систем лесных полос в районах активного проявления ветровой эрозии (рис. 4.12).

Допустимую скорость ветра в межполосных пространствах систем лесных полос рассчитывают следующим образом. Используя зависимости (4.56–4.61), определяют величину годовых потерь почвы от ветровой эрозии. Затем по формуле

$$\bar{U}_{z_{м.д}} = \frac{1}{\delta} \left[\left(\frac{Q_{г.д}}{Q_S} \right)^{0,5} (\delta \bar{U}_{z_m} - \bar{U}_{z_{м.кр}}) + \bar{U}_{z_{м.кр}} \right] \quad (4.67)$$

находят допустимую скорость ветра $\bar{U}_{z_{м.д}}$ на высоте 10 см. Коэффициент δ в формуле (4.67) учитывает усиление ветра на наветренном склоне.

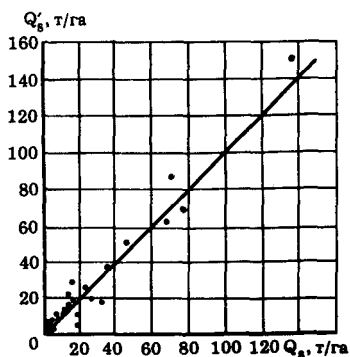


Рис. 4.12. Связь между потенциальными годовыми потерями почвы от ветровой эрозии Q'_s и Q_s , рассчитанными по всему спектру ветра во время пыльных бурь и его скоростями (обеспеченность 20 %)

4.9. Величина коэффициента δ для склонов разной крутизны и ориентации (данные взяты из работы Романовой и др., 1983)

Форма рельефа	Скорость ветра на равнине, м/с		Форма рельефа	Скорость ветра на равнине, м/с	
	3-5	6-20		3-5	6-20
Открытое ровное место	1	1	Параллельные ветру склоны:		
			верхняя часть	1,1-1,4	1,0-1,3
			средняя часть	0,9-1,1	0,8-1,0
			нижняя часть	0,8-1,0	0,7-0,9
<i>Вершины</i>					
Относительные превышения, м:					
50	1,3-1,7	1,1-1,4			
50-100	1,4-1,8	1,2-1,5			
100-200	1,5-2,0	1,3-1,7			
200-300	1,7-2,2	1,4-1,9			
300-400	1,9-2,4	1,5-2,1			
400-500	2,1-2,6	1,8-2,3			
			<i>Возвышения с плоскими вершинами и пологими в верхней части склонами</i>		
			Вершины, верхние части наветренных и подветренных склонов крутизной 1-3°	1,2-1,6	1,1-1,5
<i>Склоны крутизной 10-20°</i>			Средние и нижние части наветренных и параллельных ветру склонов крутизной 4-10°	1,1-1,3	1,1-1,3
Наветренный склон:			Средние и нижние части подветренных склонов крутизной 4-10°	0,7-1,0	0,8-1,0
верхняя часть	1,4-1,7	1,3-1,6			
средняя часть	1,2-1,6	1,1-1,4			
нижняя часть	0,8-1,1	0,7-1,0			
Заветренный склон:					
верхняя часть	0,9-1,3	0,8-1,2			
средняя часть	0,7-0,8	0,7			
нижняя часть	0,6-0,8	0,6-0,7			
Параллельные ветру склоны:					
верхняя часть	1,4-1,7	1,3-1,6			
средняя часть	1,2-1,6	1,1-1,4			
нижняя часть	0,8-1,1	0,7-1,0			
			<i>Долины, лощины</i>		
<i>Склоны крутизной 4-10°</i>			Дно и нижние части склонов, не продуваемые ветром	0,6-0,8	0,6-0,8
Наветренный склон:			Дно и нижние части склонов, продуваемые ветром	1,1-1,5	1,2-1,5
верхняя часть	1,2-1,6	1,1-1,5	Средние и верхние склоны:		
средняя часть	1,1-1,2	1,0-1,2	продуваемые ветром	1,2-1,5	1,1-1,5
нижняя часть	0,8-0,9	0,9-1,0	не продуваемые ветром	0,6-0,9	0,6-0,9
Заветренный склон:			замкнутые	0,6	0,6
верхняя часть	0,8-0,9	0,7-0,8			
средняя часть	0,8-1,0	0,8-1,0			
нижняя часть	0,7-0,9	0,7-0,9			

4.10. Растет межполосных расстояний для некоторых районов ветровой эрозии на Северном Кавказе

Почва, метеостанция	Скорость ветра обеспе-ченностью 20 %	Продолжи-тельность пыльных бурь t _п	Эродируе-мость почвы		Допустимая скорость ветра, м/с		Параметр шерохова-тости, см	Межполосное пространство	
			за 1 ч	за t _п	абсо-лютная вели-чина	нормиро-ванная ве-личина		Н	м
Ростовская область									
Чернозем южный, тяжелосуглинистый Шахты	20,1	17,5	0,32	5,6	13,7	0,68	0,47	28	336
Чернозем предкавказский карбонатный тяжелосуглинистый									
Зерноград	21,9	46	0,61	28	13,2	0,60	0,21	23	320
То же									
Гигант	19,4	63,4	0,32	20,2	13,2	0,68	0,21	32	450
Ставропольский край									
Чернозем предкавказский карбонатный слабо- и среднесуглинистый									
Ставрополь	24,9	13,6	2,7	37,2	15,1	0,61	0,27	23	320
Чернозем предкавказский карбонатный среднесуглинистый									
Красногвардейское	23,6	25,5	0,5	12,8	17,2	0,73	0,40	33	463
Светло-каштановая среднесолонцеватая солончаковая									
Ачикулак	20,6	30,3	1,06	32,1	12,2	0,59	0,32	20	120
Краснодарский край									
Чернозем предкавказский карбонатный слабодефлированный глинистый									
Тихорецк	29,7	49	0,99	48,5	15,5	0,52	0,14	18	250
То же									
Каневская	26,2	37,4	0,72	27	17,4	0,67	0,17	30	420

Его значение можно взять из таблицы 4.9. Перерасчет допустимой скорости ветра с уровня $z_m = 10$ см на высоту флюгера осуществляется с помощью следующей зависимости:

$$\bar{U}_{\text{ф.д}} = \bar{U}_{z_{\text{м.д}}} \frac{[\ln(1000 / Z_{0\text{м}}) - 1] \ln(z_{\text{ф}} / Z_{0\text{н}})}{[\ln(1000 / Z_{0\text{н}}) - 1] \ln(z_{\text{м}} / Z_{0\text{м}})}, \quad (4.68)$$

где $Z_{0\text{м}}$, $Z_{0\text{н}}$ — параметры шероховатости почвы, значения которых находятся по формулам (4.55).

Нормированная же величина $\bar{U}_{\text{ф.д}}$ при равновесной температурной стратификации приземного слоя воздуха равна $i = \bar{U}_{\text{ф.д}} / \bar{U}_0$. В случае, когда расчет ведется на неравновесное состояние приземного слоя воздуха, она может быть найдена из соотношения $i_1 = \frac{\bar{U}_{\text{ф.д}}}{\bar{U}_0} + 1,54\xi$, где ξ — параметр, характеризующий устойчивость атмосферы.

Расчет допустимых межполосных расстояний для некоторых районов ветровой эрозии на Северном Кавказе приведен в таблице 4.10.

На примере Краснодарского края рассмотрим, как в его пределах варьируют допустимые межполосные расстояния в системах лесных полос. В пределах края по годовым потерям почвы от ветровой эрозии можно выделить 5 крупных зон. Зона очень слабой дефляции занимает приблизительно 5,5 %. Годовые потери почвы здесь составляют 0,5–4,3 т/га. Слабая дефляция наблюдается на 43,5 % площади и имеет потенциал потери почвы от выдувания 1,6–12 т/га. Зона средней дефляции занимает 10 % площади. В пределах ее может выдуться 2,5–29,5 т/га в год. Сильная дефляция почвы занимает 19 % площади. Здесь выдувание может достигать 8,2–34 т/га в год. Территория, где наблюдается очень сильное выдувание почвы, достигающее 23,5–106 т/га, составляет 22 % площади края.

Произведенные расчеты предельно допустимых межполосных расстояний систем лесных полос (при которых потери почвы бывают не более 3–4 т/га в год) для указанных выше 5 зон в Краснодарском крае показали следующее. На фоне обычной, принятой в настоящее время системы земледелия и технологии возделывания сельскохозяйственных культур эти расстояния не превышают: в зоне сильной и очень сильной дефляции 240–320 м, средней — 390, слабой — 420–450, очень слабой — 500–600 м. Таким образом, в зоне очень слабого проявления ветровой эрозии они оказались практически равными рекомендованным ранее на основе мелиоративного принципа размещения лесных полос, в зоне слабого проявления ветровой эрозии — на 10–16 %, среднего — на 22, сильного и очень сильного — на 36–52 % меньше.

5. ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЕ И АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

5.1. МЕЛИОРАТИВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВ ПОД ПОСАДКУ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

Значение основной обработки под посадку лесных насаждений резко возрастает с засушливостью климата и засоленностью почв. До настоящего времени не решена проблема создания устойчивых и долговечных лесных насаждений на засоленных почвах, площадь которых в нашей стране составляет около 140 млн га.

Исследованиями на Ергенях установлено, что глубокие отвальные вспашки коренным образом изменяют расположение генетических горизонтов почв, их сложение, увеличивают мощность корнеобитаемого слоя. Глыбистая поверхность, особенно после повторного плантажа, задерживала снег и впитывала влагу. Вспашки выравнивали распределение гранулометрических элементов по профилю пахотного слоя. В первый год парования в солонце основную долю составили агрегаты глыбистые (24–40 %) и крупные (15–18 %), в светло-каштановой почве – пылевато-комковатые.

Основная вспашка заметно понижала плотность скелета и увеличивала общую порозность почвы. По сравнению с целиной на следующий год после вспашки плотность скелета солонца в слое 0–50 см уменьшилась на 0,14–0,17 г/см³, а светло-каштановой почвы – на 0,11–0,17 г/см³. В соответствии с этим на 4–8 % увеличилась и общая порозность. Вследствие увлажнения, давления колес трактора и почвообрабатывающих машин на третий год почва значительно уплотнилась, и различия между вариантами нивелировались. На четвертый год после вспашки на вариантах повторного плантажа и плантажа на 65–70 см по сравнению с трехъярусной вспашкой плотность скелета была на 0,05 г/см³ меньше только в слое 30–50 см.

Улучшение сложения верхнего слоя солонцовых почв в результате вспашки повышало их водопроницаемость. На второй год наилучшие показатели были при глубоких и повторных вспашках (рис. 5.1). В зависимости от глубины пахоты скорость впитывания в первый час изменялась в солонце от 0,29 до 0,40 и в светло-каштановой почве от 0,23 до 0,61 мм/мин. При повторном плантаже с увеличением влагозапасов водопроницаемость почвы понижалась на 0,1–0,2 мм/мин. Очень показательное различие между вариантами вспашки по количеству впитываемой воды за 6 часов наблюдений.

Основная вспашка изменяла содержание гумуса по профилю почвы. На трехъярусной, безотвальной и мелкой отвальной вспашках исходное распределение гумуса сохранялось, на плантаже гумусированность понижалась в верхнем слое и повышалась в нижнем. Содержание почвенных карбонатов в верхнем слое увеличилось. Почвенный гипс практически не вовлекался в пахотный слой. В период парования

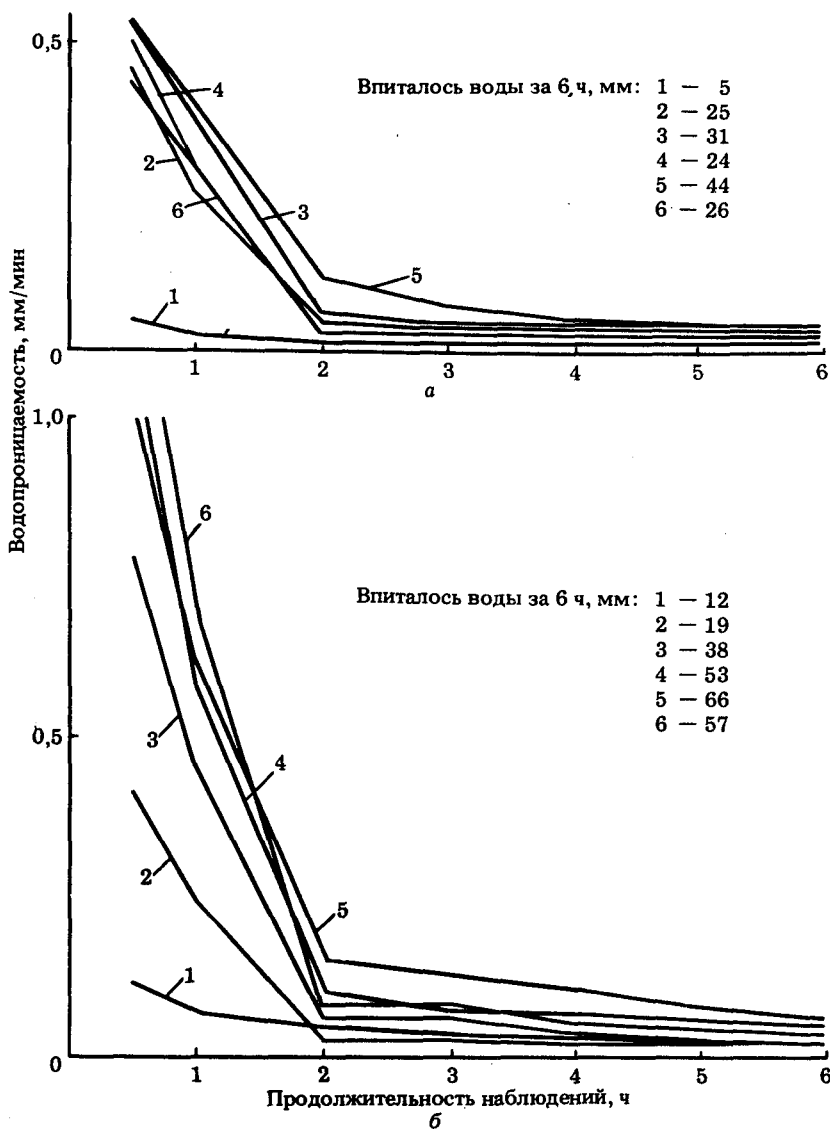


Рис. 5.1. Влияние основной обработки на водопроницаемость почвы (напор $h = 5$ см, температура $t = 10$ °C):

a — солонец каштановый; *б* — светло-каштановая почва; 1 — целина; 2 — трехъярусная обработка (35–45 см); 3 — отвальная пахота (45–50 см); 4 — то же, повторная; 5 — отвальная пахота (65–70 см); 6 — безотвальная обработка (45–50 см)

подщелачивался почвенный раствор, увеличивалась щелочность от гидрокарбонатов (очевидно, в связи с обменными реакциями в почвенном поглощающем комплексе). Глубокими отвальными вспашками обеспечивалось выравнивание солонцеватости в пахотном слое.

При мелиоративной вспашке биологическая активность является важным показателем, отражающим изменение многих почвенных свойств и процессов. В почве увеличивается количество микроорганизмов, интенсифицируются азотфиксация и нитрификация. Интенсивность выделения углекислого газа с поверхности почвы повышалась на пахоте, обеспечивающей сохранение на поверхности биологически активного горизонта, и на глубокой отвальной вспашке, отличающейся повышенной увлажненностью. Активность окислительного почвенного фермента каталазы и гидролитического фермента инвертазы во всех почвах выше по глубоким отвальным вспашкам, что особенно заметно в слое 30–50 см. Протеолитическая активность в почве была низкой и непоказательной. Целлюлозоразлагающая способность пахотной почвы высокая, с углублением вспашки она увеличивалась.

Важнейшая задача агротехнических мелиоративных приемов – накопление и сбережение влаги, необходимой для питания растений, рассоления и рассолонцевания почвы. На вспаханных лентах влагозарядка почвы почти не согласовывалась с глубиной обработки (табл. 5.1). Вследствие более глыбистого сложения и трещиноватости глубина промачивания на солонце по сравнению со светло-каштановой почвой была выше. На второй год парования почва промачивалась по трехъярусной вспашке на глубину 75 см, плантажу – до 150, повторному плантажу – глубже 150 см. Повторный плантаж увеличил общие запасы влаги в слое 0–150 см по сравнению с одноразовым, проведенным годом раньше, в солонце – на 54, в светло-каштановой почве – на 102 мм. Наблюдения показали, что влагозарядка почвы определяется в меньшей степени числом лет парования и в большей – гидротермическими условиями. Это свидетельствует о возможности однолетнего парования.

В многоводный гидрологический 1977–1978 год, в период посадки лесных полос в слое 0–300 см при повторном плантаже содержание влаги было больше по сравнению с трехъярусной вспашкой, а именно в солонце на 55, в светло-каштановой почве на 45 мм. При вспашке на 65–70 см этот показатель составил соответственно 63 и 86 мм (табл. 5.2). В последующие годы влагооборот увеличился, особенно благодаря удержанию и использованию твердых осадков. Вместе с возрастающим потреблением продуктивной влаги энергично вегетирующим вязом резко усилился ее осенний дефицит. Осенью под трехлетними культурами различий в запасах продуктивной влаги в слое 0–300 см по вариантам основной обработки почвы практически не наблюдалось.

Накопление влаги и передвижение ее вниз по профилю в период парования и в первые годы роста растений заметно отразилось на изменении солевого состава почвы (табл. 5.3). Рассоление активнее происходило при углублении пахоты и более богатом исходном со-

5.1. Поступление влаги в пахотную почву в слое 0—150 см за холодный период года, мм

Вид и глубина обработки, см	Солонец		Светло-каштановая почва	
	1975—1976	1976—1977	1975—1976	1976—1977

Совхоз "Кичкинский"

Трехъярусная, 35—45	66	117	46	114
Отвальная, 25—27	58	65	40	77
Отвальная, 45—50	52	102	36	134
Отвальная, 65—70	109	80	56	86

Совхоз "Элистинский"

Трехъярусная, 35—40	80	26	73	41
Отвальная, 45—50	89	49	68	37
То же (повторная)	88	103	74	119
Безотвальная, 45—50	74	31	68	37

5.2. Водный баланс почвы в слое 0—300 см под 3-рядной полосой вяза посадки 1978 г., мм

Вид и глубина обработки, см	Гидрологи- ческий год	Солонец			Светло-каштановая почва		
		при- ход	рас- ход	раз- ность	при- ход	рас- ход	раз- ность
Трехъярусная, 35—40	1977/78	321	204	+117	304	211	+93
	1978/79	399	351	+48	370	374	-4
	1979/80	352	283	+69	353	323	+30
Отвальная, 25—27	1977/78	262	188	+74	249	206	+43
	1978/79	344	351	-7	321	310	+11
	1979/80	337	306	+31	336	306	+30
Отвальная, 45—50	1977/78	356	243	+113	343	356	-13
	1978/79	419	390	+29	361	362	-1
	1979/80	359	303	+56	346	314	+32
Отвальная, 65—70	1977/78	384	260	+124	390	271	+119
	1978/79	413	364	+49	438	379	+59
	1979/80	365	305	+60	384	349	+35

держании солей. Наиболее подвижными в этом процессе были хлориды. Глубина и способ основной обработки почвы слабо отразились на текущем приросте вяза приземистого по высоте Н и диаметру D у корневой шейки (табл. 5.4). Таким образом, изучение основной обработки под посадку полезащитных лесных полос на почвенных комплексах Ергеней с содержанием солонцов 40—60 % показало, что она является необходимым звеном в коренной мелиорации солонцов.

5.3. Вымывание воднорастворимых солей в каштановом солонце в слое 0—200 см за 1975—1983 гг.

Вид и глубина обработки, см	Исходное содержание солей, т/га		Вымылось солей, %	
	сумма	Cl ⁻	сумма	Cl ⁻
Трехъярусная, 35—40	266,4	59,5	51	56
Отвальная, 25—27	256,8	50,6	49	61
Отвальная, 45—50	240,8	57,5	64	79
Отвальная, 65—70	271,1	48,7	67	76

5.4. Таксационные показатели вяза приземистого в 5-летней трехрядной полезащитной полосе (M + m), см

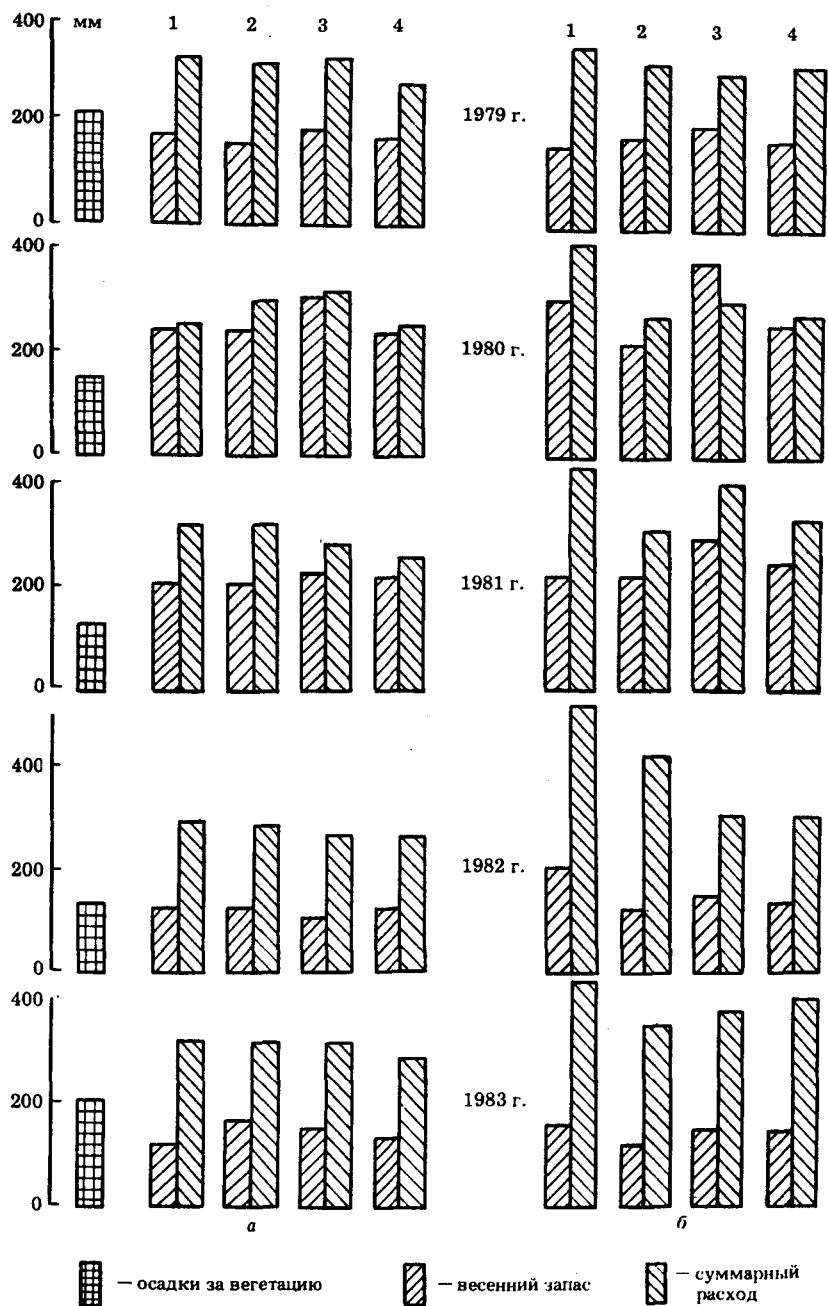
Вид и глубина обработки, см	Солонец каштановый		Светло-каштановая почва	
	Н	Д	Н	Д
Трехъярусная, 35—40	293 + 3	5,6 + 0,3	317 + 10	6,0 + 0,1
Отвальная, 25—27	275 + 5	5,6 + 0,1	298 + 10	6,3 + 0,6
Отвальная, 45—50	289 + 12	6,0 + 0,3	317 + 9	6,8 + 0,2
Отвальная, 65—70	290 + 4	5,8 + 0,1	320 + 8	6,5 + 0,2
Отвальная, 25—27 (с рыхлением до 55—60)	286 + 5	5,9 + 0,2	338 + 10	6,5 + 0,3

Траншейный способ подготовки солончакового солонца под посадку однорядных лесных полос осуществляли бульдозером на глубину 30 и 60 см. Траншеи глубиной 30 см имели временное и слабое преимущество перед обычной подготовкой почвы. В траншеях глубиной 60 см вследствие накопления снега и стока талых вод происходило глубокое промачивание, вымывание воднорастворимых солей. Приживаемость вяза приземистого была удовлетворительной (92 %). В первый год в этой траншее прирост по высоте был в 2 раза выше, чем на контроле. Более энергичным был рост вяза приземистого и в последующие годы.

Рост и мелиоративное влияние основных древесных пород изучали в трехрядных лесных полосах на почвенных комплексах Ергеней (около 50 % солонцов) в совхозах "Кичкинский" и "Элистинский".

Рис. 5.2. Расход влаги из слоя почвы 0—300 см лесными полосами посадки 1978 г.:

а — солонец каштановый; б — светло-каштановая почва; 1 — вяз приземистый; 2 — робиния лжеакация; 3 — ясень ланцетный; 4 — клен ясенелистный



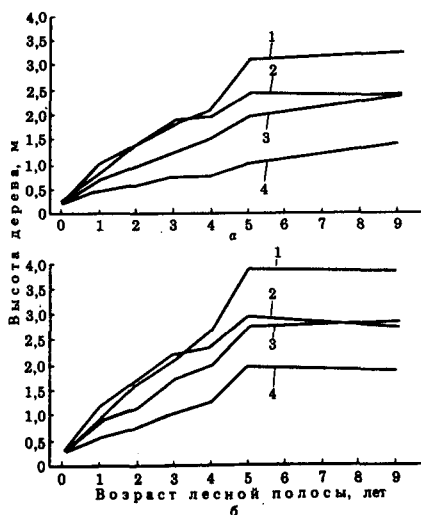


Рис. 5.3. Ход древесных пород по высоте в полевизащитной лесной полосе посадки 1978 г.:

а — солонец каштановый; б — светло-каштановая почва; 1 — вяз приземистый; 2 — робиния лжеакация; 3 — клен ясенелистный; 4 — ясень ланцетный

После двухлетнего парования по плантажной вспашке перед посадкой лесных полос в 1978 г. в почве содержалось 170–183 мм продуктивной влаги. С первых лет жизни в насаждении и на расстоянии от него до 40–60 м накапливались снежные отложения. Так, в холодный период 1979–1980 гг. запас воды в снеге под вязовой полосой был 191 мм, ясеневой — 133, кленовой — 110 мм. Начиная с четвертого года жизни насаждения, особенно из вяза и робинии, испытывает дефицит почвенной влаги во всем корнеобитаемом слое (рис. 5.2).

В первые годы жизни древесные породы в лесной полосе характеризовались высокой приживаемостью и энергией роста (рис. 5.3). Наилучшие показатели имели вяз приземистый, робиния лжеакация, наихудшие — ясень ланцетный. На солонцах таксационные показатели были несколько хуже, чем на светло-каштановой почве. Так, в 9-летнем возрасте высота вяза была меньше на 9 %, робинии — на 15, ясеня — на 13, клена — на 20 %.

5.2. НОВЫЙ СПОСОБ МЕЛИОРАЦИИ СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВ

Мелиоративные вспашки оказывают благоприятное влияние на лесорастительные свойства комплексных солонцовых почв, но непродолжительное время — обычно 3–5 лет. По истечении этого времени в богарных условиях могут совершаться процессы восстановления исходных свойств солонцов. Основная причина консервации и реставрации солонцового процесса — сохранение генетической целостности почвенного профиля, солонцового и засоленного подсолонцового горизонтов.

Предлагаемый способ состоит во взаимном перемещении пахотных слоев солонцовой и несолонцовой почв на величину, кратную сред-

нему размеру солонцовых пятен. При этом в разрыхленный смещаемый слой почвы поступает сыпучий кальцийсодержащий мелиорант, который тщательно перемешивается с почвой, а под разрыхленный слой на обнаженное дно, где почва богата карбонатами и бедна органическими веществами, подают жидкий кислотосодержащий продукт. Последующей операцией (или одновременно) является глубокое безотвальное рыхление, осуществляемое известными техническими средствами. Норму расхода сыпучего мелиоранта устанавливают в зависимости от степени солонцеватости (5–10 т/га). Жидкие мелиоранты подают в количестве 50–200 т/га. Вместе с тем высокий мелиоративный эффект механической обработки сохраняется и без внесения химических мелиорантов.

Смещение пахотного слоя может быть осуществлено фрезерными машинами МПГ-1,7, МТП-42 или МФ-09. Однако, как показали полевые исследования, необходимо совершенствование этих машин или создание их на новой основе. При фрезеровании почвы, особенно при увеличении скорости оборота барабана, происходит излишнее ее размельчение, распыление. Поэтому более удобны устройства типа грейдер-элеватора, перемещающие почвенную массу не по ходу агрегата, а параллельно ему. В этом случае можно регулировать длину и даже отчасти направление перемещения. Оптимальная длина смещения почвенной массы для условий Ергеней равна 5–15 м. Предлагаемый способ наиболее эффективен на почвенных комплексах с содержанием солонцов 20–60 %.

Для оценки мелиоративного влияния способа обработки солонцовых почв выполнен модельный графический опыт. В качестве объекта взят участок плана почвенного покрова Прикаспийской низменности. В составе солонцового почвенного комплекса светло-каштановой почвы 43 %, лугово-каштановой – 17, солонцов-солончаков и солонцов остепняющихся – 40 %. При смещении почвенного покрова во всех направлениях на расстояние 15 м, кратное среднему диаметру солонцовых пятен, и взаимозамещении пахотных слоев солонцовых и несолонцовых почв структура почвенного покрова стала однороднее (рис. 5.4). Содержание солонцов уменьшилось в 2–4 раза, лугово-каштановых и зональных светло-каштановых почв – в 1,2–2 раза. При этом доминирующим компонентом почвенного покрова (44–45 %) стало новообразование солонец-каштановая почва.

В микрополевым опыте на Ергенях взаимозаменили слой (0–30 см) степного солонца и светло-каштановой почвы. После парования опытный участок содержался под вязовой лесной полосой. В результате обработки содержание поглощенного натрия в пахотном слое солонца уменьшилось на 1–1,7, а светло-каштановой почвы увеличилось на 0,7–1,5 мк-экв/100 г почвы, наметилась тенденция к рассолонцеванию. В результате обменных реакций несколько увеличилась щелочность раствора (табл. 5.5). В солонце, лишенном плотного экрана, повысилась водопроницаемость, уменьшилось содержание ионов хлора в слое 0–150 см с 0,167 до 0,054 %.

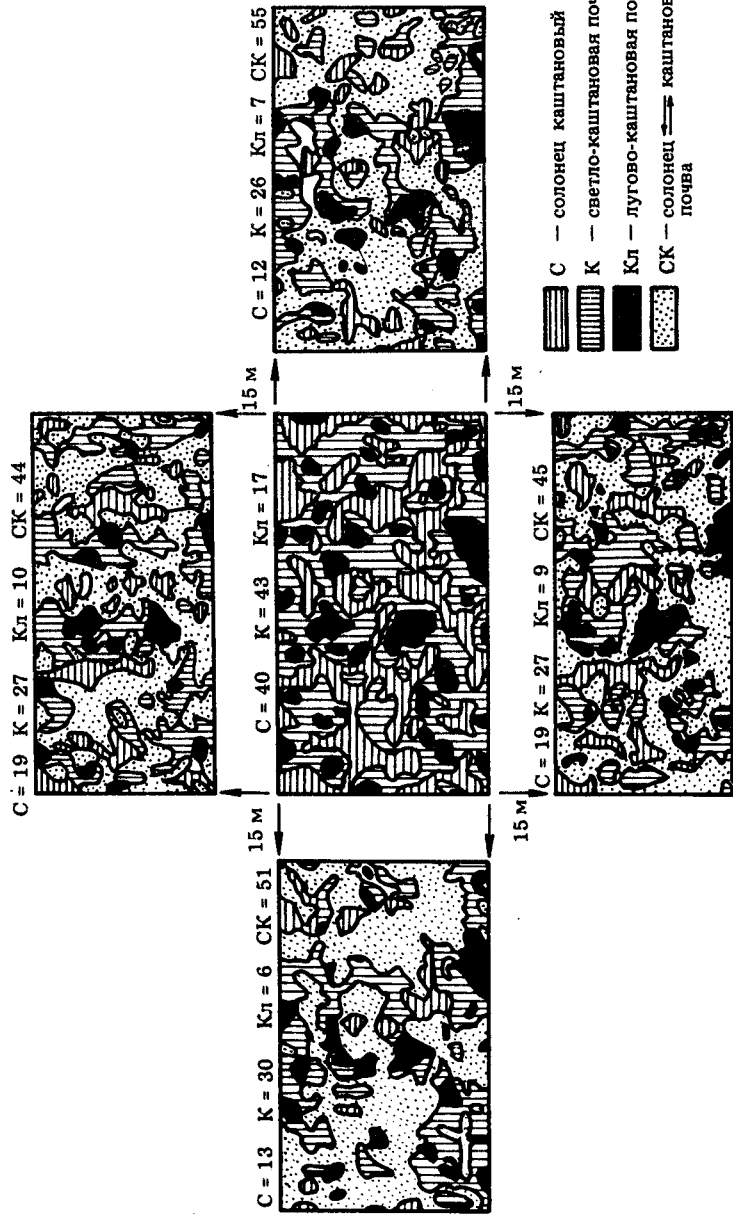


Рис. 5.4. Трансформация почв солонцового комплекса Северного Припячя при смещении на 15 м и взаимозамещении пахотных слоев солонцеватых и несолонцеватых почв, %

5.5. Изменение состава поглощенных катионов в почвах солонцового комплекса при взаимозамещении их пахотных слоев

Глубина, см	Поглощенные катионы, мг · экв/100 г почвы									
	Ca ²⁺			Mg ²⁺			Na ⁺			Сумма
	1976 г.	1977 г.	1983 г.	1976 г.	1977 г.	1983 г.	1976 г.	1977 г.	1983 г.	

Солонец (0—30 см — светло-каштановая почва)

0—10	9,4	15,2	14,7	11,5	6,3	6,4	4,1	1,8	1,2	0,5	0,8	0,7	25,5	24,1	23,0
10—30	9,9	12,4	13,2	9,0	8,9	9,6	3,6	2,3	2,6	0,7	0,5	0,7	23,2	24,1	26,1
30—50	9,5	9,0	10,3	13,1	11,6	10,7	7,2	6,9	6,0	0,9	0,7	0,5	30,7	27,9	26,2

Светло-каштановая (0—30 см — солонец)

0—10	14,7	10,0	10,7	7,0	9,9	9,2	1,3	3,6	1,2	0,6	0,4	0,3	23,6	23,9	21,4
10—30	13,1	9,4	14,6	10,1	7,7	9,9	2,0	3,1	3,1	0,5	0,4	0,4	25,7	20,6	28,0
30—50	10,2	9,5	13,5	9,5	7,1	9,8	4,0	3,4	2,8	0,5	0,4	0,5	24,2	20,4	26,6

Примечание. 1976 г. — до обработки, 1977 г. — после обработки.

Предлагаемый способ может быть применен как на старопашотных, так и на целинных землях, а также при обработке незасоленных, но обладающих неоднородной микрокомплексностью почв. Широкое внедрение этого способа мелиорации солонцовых почв в народное хозяйство ограничивается отсутствием специально разработанных устройств для его использования.

5.3. ГЛУБИНА, СПОСОБЫ И СРОКИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА МЕЖПОЛОСНОМ ПОЛЕ

В связи с неодинаковыми условиями произрастания сельскохозяйственных культур на межполосном поле возникает необходимость дифференциации приемов, глубины, способов и сроков основной обработки почвы под ранние яровые. Исследования проводили на обыкновенном черноземе в Поволжской АГЛОС в 1968–1973 гг. и на светло-каштановой почве в ОПХ ВНИАЛМИ в 1971–1974 гг. В степной зоне годы исследований, за исключением 1969, были удовлетворительными и благоприятными для произрастания яровых культур, в полупустыне вегетационный период 1971–1972 гг. – засушливый, 1973–1974 – влажный.

Глубокая отвальная вспашка по сравнению с обычной отвальной на 20–22 см улучшала сложение нижнего горизонта пахотного слоя. Так, весной плотность скелета светло-каштановой почвы в слое 20–30 см в среднем была меньше по глубокой обработке на 0,07–0,17 г/см³. Плотность скелета чернозема в том же слое была меньше по глубокой вспашке только в отдельные годы, но в среднем за 5 лет изменения были недостоверными (табл. 5.6).

Увеличение порозности аэрации пахотного слоя в весенний период, особенно под снежным покровом, имеет важное значение для поспевания почвы, активизации почвенно-микробиологических процессов. Порозность аэрации светло-каштановой почвы в слое 20–30 см вблизи лесных полос по глубокой вспашке по сравнению с обычной была на 6,5, а чернозема на 2–3 % выше. Углубление пахотного слоя понижало твердость почвы, но в пределах достоверности опыта. Заметно плотнее сложение почвы было по плоскорезной обработке.

Водопроницаемость (водопоглощение) пахотного слоя почвы, определенная в середине вегетационного периода, по плоскорезной обработке была ниже по сравнению с отвальной. Количество впитавшейся воды в светло-каштановую почву за два часа наблюдений вблизи лесной полосы составило по обычной отвальной вспашке 55 мм, глубокой – 74, плоскорезной обработке – 50 мм, а вдали от нее соответственно 90, 117 и 60 мм. За этот же срок в обыкновенный чернозем вблизи лесной полосы впиталось воды по обычной вспашке 204 мм, глубокой – 229, плоскорезной обработке – 161 мм, в середине поля соответственно 206, 218 и 88 мм.

Вымывание подвижного азота из корнеобитаемого слоя почвы за

5.6. Влияние глубины и способов основной обработки на физические свойства почвы в слое 0–30 см на межполосном поле ($M \pm m$)

Зона	Вид и глубина обработки, см	Чернозем ($n = 5$)			Светло-каштановая почва ($n = 4$)		
		d_v , г/см ³	$P_{\text{аэр}}$ %	P , г/см ²	d_v , г/см ³	$P_{\text{аэр}}$ %	P , г/см ²
I	Отвальная, 20–22	$0,90 \pm 0,02$	$39,5 \pm 1,8$	$7,6 \pm 1,8$	$1,24 \pm 0,03$	$32,4 \pm 1,5$	$11,1 \pm 2,7$
	Отвальная, 30–32	$0,88 \pm 0,02$	$40,2 \pm 1,4$	$6,5 \pm 1,5$	$1,22 \pm 0,02$	$35,1 \pm 1,5$	$8,5 \pm 1,6$
	Плоскорезная, 25–27	$0,89 \pm 0,02$	$39,8 \pm 2,3$	$12,8 \pm 0,6$	$1,20 \pm 0,06$	$32,9 \pm 0,07$	$11,1 \pm 1,6$
IV	Отвальная, 20–22	$0,87 \pm 0,02$	$41,9 \pm 1,3$	$8,9 \pm 1,9$	$1,35 \pm 0,03$	$30,5 \pm 0,09$	$10,1 \pm 2,8$
	Отвальная, 30–32	$0,86 \pm 0,02$	$42,7 \pm 1,4$	$6,8 \pm 1,9$	$1,25 \pm 0,04$	$33,8 \pm 1,5$	$8,2 \pm 0,8$
	Плоскорезная, 25–27	$0,91 \pm 0,03$	$38,7 \pm 2,0$	$12,3 \pm 0,7$	$1,30 \pm 0,02$	$30,9 \pm 2,2$	$11,0 \pm 1,9$
III	Отвальная, 20–22	$0,88 \pm 0,03$	$37,9 \pm 1,8$	$8,6 \pm 2,4$	Не определяли		
	Отвальная, 30–32	$0,84 \pm 0,01$	$41,1 \pm 0,7$	$7,6 \pm 1,9$	»		
	Плоскорезная, 25–27	$0,90 \pm 0,02$	$37,2 \pm 0,6$	$13,2 \pm 0,6$	»		

Примечания: I зона — заветренная сторона лесных полос на расстоянии 0–10Н; III зона — наветренная сторона на расстоянии 0–6Н; IV зона — на расстоянии более 25Н от лесных полос. Здесь и далее $M \pm m$ — среднее арифметическое и его ошибка; n — число наблюдений; d_v — плотность почвы; $P_{\text{аэр}}$ — порозность аэрации; P — твердость почвы.

холодный период года по зяби незначительное, хотя в пахотном слое оно наблюдается. При отвальной вспашке потери нитратов больше, чем при безотвальной. Углубление пахоты увеличивало вымывание азота и уменьшало нитрификацию.

Определение биологической активности почвы методом аппликаций в начале вегетации яровых культур показало, что биосинтез аминокислот наиболее активно происходил вблизи лесных полос, причем на глубокой вспашке по сравнению с обычной он протекал энергичнее. Интенсивность выделения углекислого газа с поверхности почвы была больше также под защитой лесных полос, где выше влажность и лучше развиваются растения. На глубокой вспашке CO_2 -продуцирующая способность почвы больше по сравнению с обычной и плоскорезной обработкой. Для черноземной зоны характерна высокая активность биологических процессов на варианте обычной вспашки ранней весной на всем межполосном поле вследствие ускоренного поспевания почвы при ее мелкой обработке.

В середине вегетационного периода изучалась активность микробиологических процессов в светло-каштановой почве. Вблизи лесной полосы большинства изучаемых групп микроорганизмов активнее развивалось во вспаханной почве, чем в обработанной плоскорезом (табл. 5.7). По глубокой вспашке многочисленнее были микроорганизмы, усваивающие минеральный азот и актиномицеты. Вдали от лесных полос численность большинства групп микроорганизмов по плоскорезной обработке выше по сравнению с отвальными. Аэробные целлюлозоразлагающие микроорганизмы активнее развивались на плоскорезной обработке.

Энергию нитратонакопления в почве определяли в середине вегетационного периода. По плоскорезной обработке почва накапливала нитратов больше, чем по отвальной. Ее нитрификационная способность увеличивалась с углублением вспашки.

5.7. Численность микроорганизмов в слое 0—20 см светло-каштановой почвы после ее основной обработки (средняя за 1971, 1972 и 1974 гг.), тыс/га

Зона	Вид и глубина обработки, см	Микроорганизмы, растущие на		Спорообразующие микроорганизмы	Актиномицеты	Плесневые грибы
		КАА	МПА			
I	Отвальная, 25—27	7928	1339	393	622	3,7
	Отвальная, 30—32	16957	817	366	925	2,0
	Плоскорезная, 25—27	12572	845	343	883	3,1
IV	Отвальная, 25—27	6358	987	264	268	2,1
	Отвальная, 30—32	10994	946	266	407	2,3
	Плоскорезная, 25—27	11615	868	456	464	3,7

Примечание. Определения проведены Л. В. Садименковой

В полупустыне урожай яровых культур на межполосном поле по плоскорезной обработке был выше, чем по отвальной только вдали от лесных полос. Вблизи же наибольшие прибавки урожая зерна яровых культур в годы с большим количеством осадков получены по отвальной вспашке по глубину 25–27 см. Дальнейшее углубление вспашки (до 30–32 см) повышало урожай незначительно.

В подзоне обыкновенного чернозема, по данным В. В. Захарова [13], урожай яровой пшеницы после плоскорезной обработки по сравнению с отвальной пахотой заметно снижался в I зоне. За пять лет урожай при углублении вспашки в этой зоне достоверно повышался в течение трех лет, в остальных зонах межполосного пространства существенной разницы в урожае по вариантам не было ни в одном году.

Осенью нитратного азота в почве на зяби накапливалось мало из-за связывания его целлюлозоразлагающей микрофлорой. Благоприятные условия для протекания процессов нитрификации складывались в условиях влажной и теплой осени, когда отчетливо проявилось положительное влияние ранней зяби. В большинстве случаев отвальная вспашка и плоскорезная обработка, проведенная в ранние сроки, оказывали одинаковое влияние на микробиологические процессы в почве. Под защитой лесной полосы почвенные микроорганизмы, усваивающие минеральный азот, целлюлозоразлагающие, актиномицеты, более активно развивались по раннему и среднему срокам отвальной вспашки, а в середине поля – по ранней плоскорезной обработке. Урожай зерновых по ранней зяби был выше, чем по поздней, особенно вблизи лесных полос.

5.4. ГЛУБИНА ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД РАННИЕ ЯРОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Исследованиями и практикой установлена оптимальная глубина предпосевной обработки по зонам страны. Так, на обыкновенном черноземе в Заволжье, на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья она равна 6–8 см, что совпадает с глубиной заделки семян. Можно полагать, что такая глубина предпосевного рыхления не всегда создает наилучшие условия для почвенно-микробиологических процессов, а также для роста и формирования урожая ранних яровых культур. Так, уплотнение и временное переувлажнение почвы под снежным покровом вблизи лесных полос по сравнению с серединой поля задерживало ее созревание. До покровного боронования и некоторое время после него различия в созревании почвы на межполосном поле были значительными.

Однако уже в период предпосевной культивации и сева ранних яровых культур различия в увлажнении и созревании почвы на межполосном поле хотя и оставались, но не отражались на сроках сева. Так, средняя влажность чернозема в слое 0–10 см в период посева за десять лет составила на заветренной стороне 27 %, в середине

поля 25, а светло-каштановой почвы соответственно 17,6 и 16,4 % (табл. 5.8). Таким образом, в системе продуваемых лесных полос в Поволжье весенние полевые работы могут проходить, как и на открытых полях, в оптимальные сроки. Вблизи плотных лесных полос поспевание почвы замедленное. Вместе с тем, как показали опыты Р. Э. Давида, запоздание с посевом по календарным срокам даже до месяца не приводит к снижению урожайности, если посев проведен при наступлении физической спелости почвы и наличии в ней влаги.

5.8. Влажность почвы в слое 0–10 см на межполосном поле в период посева яровых культур (средняя за 1966–1974 гг.), %

Расстояние от лесополосы, Н	Обыкновенный чернозем					Светло-каштановая почва				
	М	м	V	P	Д	М	м	V	P	Д
2	27,4	1,2	12,7	4,5	0,72	18,1	0,9	13,2	5,0	0,93
5	27,0	0,8	10,2	4,1	0,70	17,0	0,9	14,9	5,6	0,62
7	26,3	0,1	13,7	4,8	0,52	—	—	—	—	—
10	26,1	0,8	9,2	3,2	0,49	16,9	0,7	11,6	4,4	0,68
15	25,2	1,5	17,6	6,1	0	16,5	0,5	8,8	3,3	0,64
30	25,4	1,2	16,2	5,7	—	16,0	0,6	10,7	3,7	—

Примечание. V — коэффициент изменчивости; P — точность наблюдений; Д — достоверность разницы наблюдений.

Перед культивацией влажность почвы в слое 0–12 см вблизи лесных полос по сравнению с серединой поля была на 3–4 % выше. Углубление предпосевной обработки до 10–12 см по сравнению с обычной (6–8 см) незначительно (на 1–2 %) уменьшало влажность почвы.

После покровного боронования порозность черноземной почвы, занятая водой, в слое 6–12 см вблизи лесных полос была выше по сравнению с серединой поля на 6,9, светло-каштановой — на 3–4 %. Углубление предпосевной обработки уменьшило порозность, занятую водой, в середине поля на 0,7–2,3, вблизи лесных полос на 2,6–3,8 %.

Плотность скелета в слое 0–6 см, как и другие показатели свойства почвы, мало отличались по вариантам опыта вследствие одинаковых условий обработки (рис. 5.5). Ранней весной в слое 6–12 см она была выше вблизи лесных полос по сравнению с серединой поля на 0,04–0,07, а после многоснежных зим на 0,08–0,14 г/см³. Глубокая предпосевная обработка почвы по сравнению с рекомендованной (6–8 см) уменьшала плотность скелета почвы в слое 6–12 см в середине поля на 0,05–0,07, вблизи лесных полос на 0,09 г/см³. В тесной зависимости от плотности и увлажнения находилась аэрация почвы.

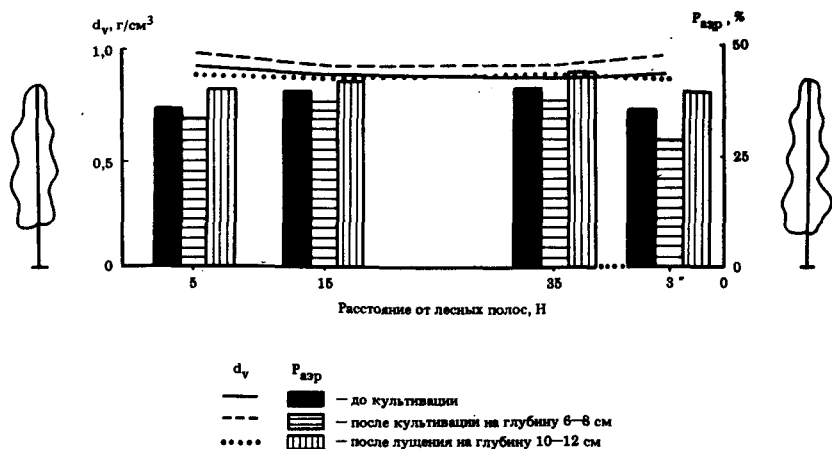


Рис. 5.5. Влияние предпосевной обработки на свойства обыкновенного чернозема на межполосном поле в слое 6–12 см (среднее за 1966–1968 гг.):

d_v — объемная масса скелета почвы; $P_{аэр}$ — порозность аэрации

После посева и прикатывания почвы положительное влияние глубокой предпосевной культивации на агрофизические свойства почвы, активность биологических процессов, нитратонакопление продолжительное время прослеживались на расстоянии до 7–10 м от лесных полос, причем на черноземе в большей степени, чем на светло-каштановой почве. Твердость чернозема в слое 6–12 см после посева яровой пшеницы по предпосевной культивации на глубину 6–8 см равнялась 3,1–3,9, а по глубокой обработке — 1,5–2,6 кг/см². Углубление предпосевной культивации чернозема увеличивало накопление аминокислот на льняном полотне, интенсивность выделения углекислого газа в I зоне с 405 до 483 мг · м²/ч.

При покровном бороновании, предпосевной обработке и посеве гусеницы и колеса тракторов и почвообрабатывающих машин уплотняли почву. При этом плотность скелета почвы в гусеничной колее в слое 6–12 см увеличивалась на 0,15 г/см³, общая порозность уменьшалась на 5–6 %. Очевидно, вблизи лесных полос по сравнению с серединой поля ухудшение свойств увлажненной почвы под влиянием тяжести сельскохозяйственных машин проявлялось заметнее.

В степном Заволжье за пять лет увеличение глубины предпосевной обработки обыкновенного чернозема под ранние яровые с 6–8 до 10–12 см обеспечило повышение урожайности зерновых в зоне снежных шлейфов у лесных полос на 1,5–2,5, а во влажные годы — на 5–8 ц/га [13]. Между снежными шлейфами по глубокой предпосевной обработке почвы урожайность повышалась на 1–2 после многоснежных зим и понижалась на 1–1,6 ц/га после малоснежных. На светло-

каштановой почве глубокая предпосевная обработка не оказала влияния на повышение урожая по сравнению с более мелкой (6–8 см) на всем межполосном поле во все годы.

5.5. УДОБРЕНИЕ ПОЧВЫ ПОД ЗАЩИТНЫМИ ЛЕСНЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ

Ускоренный рост, долговечность древесных пород в защитных лесных насаждениях определяются прежде всего водообеспеченностью растений. Напряженность в водном питании последних ограничивает их потребность в минеральных элементах. Поэтому применение удобрений под защитные лесные культуры в засушливой степной полосе остается мало изученным, но представляющим практический интерес. Исследования проводили в Среднем Заволжье на Поволжской АГЛОС в 4-рядной березовой полосе посадки 1975 г. [23].

Изучение питательного режима почвы показало, что обеспеченность аммонийным и нитратным азотом в слое 0–50 см зависела от дозы внесения аммиачной селитры и прослеживалась в большинстве сроков наблюдения в течение всего вегетационного периода и во все годы исследований (табл. 5.9). Совместное внесение азотного и фосфорного удобрений понижало обеспеченность почвы минеральным азотом. По содержанию нитратная форма превышала аммонийную. Отмечалась миграция нитратов вместе с весенней инфильтрацией талых вод в

5.9. Содержание подвижных элементов азота и фосфора в слое почвы 0–50 см (среднее за 1976–1980 гг.), кг/га

Подвижный элемент	Вариант	Месяц определения							
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV–X
N–NH ₄	Без удобрений	24	31	31	26	34	31	36	30
	N ₁₀₀	34	50	46	35	40	35	41	40
	P ₂₀₀	25	43	38	31	37	38	41	36
	N ₅₀ P ₂₀₀	28	47	53	35	40	38	43	41
	N ₁₀₀ P ₂₀₀	22	79	82	37	46	38	40	49
	N ₁₅₀ P ₂₀₀	31	89	104	37	37	34	44	54
N–NO ₃	Без удобрений	70	47	52	39	31	44	27	44
	N ₁₀₀	212	96	167	144	118	153	124	145
	P ₂₀₀	52	44	35	26	23	37	22	34
	N ₅₀ P ₂₀₀	132	84	84	73	66	83	59	83
	N ₁₀₀ P ₂₀₀	91	95	89	104	78	118	86	94
	N ₁₅₀ P ₂₀₀	137	116	123	108	152	119	100	122
P ₂ O ₅	Без удобрений	333	292	280	280	285	272	274	288
	N ₁₀₀	336	284	284	292	285	282	306	296
	P ₂₀₀	507	472	499	463	450	452	420	466
	N ₅₀ P ₂₀₀	507	442	438	443	396	450	386	437
	N ₁₀₀ P ₂₀₀	567	478	480	449	481	466	449	481
	N ₁₅₀ P ₂₀₀	540	410	384	462	342	365	407	416

нижнюю часть корнеобитаемого слоя. Внесение фосфорного удобрения в количестве 200 кг/га д. в. повысило в 1,5 раза обеспеченность почвы подвижными фосфатами.

В 1979 и 1980 гг. в 5–6-летнем возрасте дерева на вариантах с внесением фосфора или фосфора с азотом имели лучшие таксационные показатели, но достоверные различия имелись только по приросту диаметра корневой шейки (табл. 5.10).

5.10. Действие минеральных удобрений на таксационные показатели 6-летней березы повислой в противозерозионной полосе ($M \pm m$)

Вариант	H, м	ΔH , м	D, см	ΔD , см
Без удобрений	$4,9 \pm 0,4$	0,5	$5,3 \pm 0,4$	0,5
N ₁₀₀	$5,8 \pm 0,5$	1,2	$5,4 \pm 0,6$	0,9
P ₂₀₀	$5,9 \pm 0,3$	0,8	$6,1 \pm 0,5$	0,9
N ₅₀ P ₂₀₀	$5,6 \pm 0,2$	0,6	$5,9 \pm 0,3$	0,5
N ₁₀₀ P ₂₀₀	$5,6 \pm 0,2$	0,5	$6,2 \pm 0,3$	0,6
N ₁₅₀ P ₂₀₀	$5,6 \pm 0,3$	0,6	$5,9 \pm 0,4$	0,7

Можно полагать, что в последующем классе роста, когда значительно увеличивается вынос элементов питания текущим приростом, отзывчивость растений на улучшение минерального питания будет заметнее. Таким образом, из опыта можно заключить, что в условиях напряженной водообеспеченности береза повислая в первые годы жизни слабо реагирует на улучшение азотного и фосфорного питания. Разовое заправочное внесение фосфора в больших дозах под посадку культур является длительнодействующим положительным приемом.

Эффективными минеральные удобрения оказались под березу повислую на террасах в средней и нижней части берега балки на юго-восточной экспозиции [19]. После поделки напашных террас на обыкновенном черноземе (эродированном суглинистом) лучшие лесорастительные условия в первые годы жизни культур были на насыпной, а в последующем – на выемочной частях. Минеральные удобрения устойчиво и продолжительно повышали обеспеченность почвы подвижным азотом и фосфором. Благоприятные условия увлажнения и минерального питания обеспечили в первый год прирост березы в высоту на варианте N₁₂₀ P₄₀ по сравнению с контролем (без удобрений) на выемочной части террас в 2,9 раза, на второй год в 2, на третий – в 1,3 раза, а на насыпной части соответственно в 2, 1,4 и 1,3 раза (рис. 5.6). За весь срок действия удобрений береза на выемочной части полотна оказалась на 66, а на насыпной – на 27 % выше, чем на контроле. Вместе с ростом в высоту у березы повислой удобрения увеличивали диаметр корневой шейки и ствола на высоте груди в соответствии с дозой азотного удобрения.

На легкосуглинистых разностях чернозема внесение азотных и фосфорных удобрений под сосну обыкновенную на террасах берега

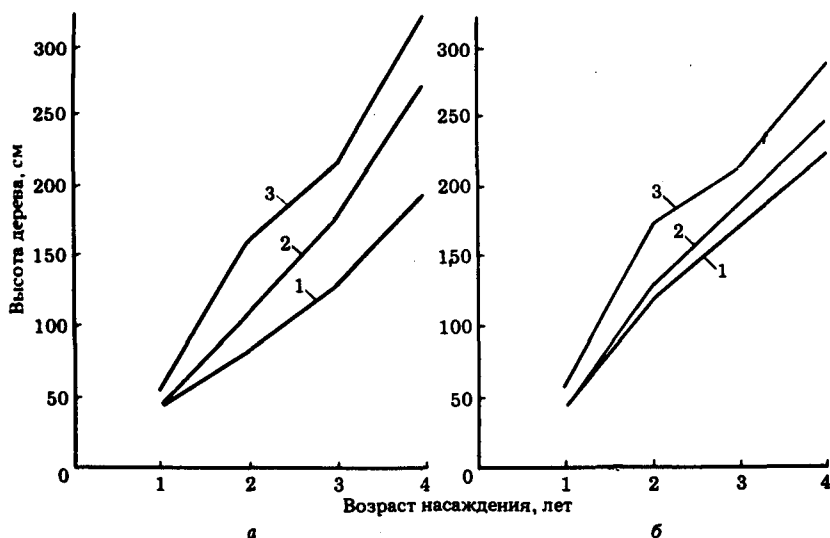


Рис. 5.6. Влияние удобрений на рост в высоту березы повислой посадки 1973 г. на террасах балок в степи:

а - выемочная терраса; б - насыпная терраса; 1 - без удобрений; 2 - N₄₀P₄₀; 3 - N₁₂₀P₄₀

балки оказалось неэффективным. Увеличение дозы азотного удобрения до 80–160 кг/га д. в. угнетало рост сосны, очевидно, вследствие сухости почвы и повышения щелочности почвенного раствора. Таким образом, применение минеральных удобрений под лесные насаждения может быть успешным только в условиях хорошей водообеспеченности растений.

5.6. УДОБРЕНИЕ ПОЧВЫ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КУЛЬТУРАМИ НА МЕЖПОЛОСНЫХ ПОЛЯХ

Озимая пшеница. Полезащитные лесные полосы существенно изменяют экологические условия роста и развития озимой пшеницы на межполосном поле. Их положительное влияние проявляется в улучшении плодородия, водообеспеченности почвы, микроклимата, в ослаблении эрозионных и криогенных процессов, отрицательное в отдельные годы связано с вымыванием из почвы нитратного азота [18, 20], выпреванием и полеганием растений. На основании изучения питательного режима обыкновенного чернозема в степном Заволжье следует, что под озимой пшеницей по пару в первом минимуме выступал фосфор, а в I зоне межполосного поля и азот. По данным В. В. Захарова [13], достоверная прибавка урожайности зерна озимой пшеницы 2,8–5,1 ц/га получена на всем межполосном поле в 1971–1974 гг. только при внесении P₆₀.

5.11. Содержание подвижного азота и фосфора под озимой пшеницей в слое чернозема 0-50 см (среднее за 1981-1985 гг.), кг/га

Зона, поле	Неудобренный фон					Удобренный фон						
	24/VIII	24/IX	9/X	28/X	1/XI	21/XI	24/XII	24/I	3/X	28/X	1/XI	21/XI
I Междопольное Открытое	N-NH ₄											
	55	38	49	49	27	47	44	37	46	64	26	44
	46	35	38	42	31	54	43	39	42	52	27	53
I Междопольное Открытое	N-NO ₃											
	104	67	29	15	14	21	114	61	40	14	13	27
	114	79	37	21	27	41	112	78	49	20	28	38
I Междопольное Открытое	N минер.											
	160	105	78	64	41	68	158	98	86	78	39	71
	161	115	74	62	58	85	155	117	90	73	55	92
I Междопольное Открытое	P ₂ O ₅											
	169	139	75	68	66	125	168	108	91	86	71	118
	503	487	596	494	514	486	602	718	605	576	576	557
I Междопольное Открытое	535	528	549	460	526	501	577	624	816	526	563	551
	477	496	570	494	582	511	520	574	567	517	577	555

В лесозащитном и открытом севооборотах изучали питательный режим чернозема под озимой пшеницей в 1980–1985 гг. на неудобренном и удобренном (навоз 40 т/га, $P_{60}K_{90}$, подкормка весной N_{30}) фонах. Динамика подвижных питательных веществ в почве за вегетационный период была примерно одинаковой на различных расстояниях от лесных полос и агрофонах (табл. 5.11). Более высокая обеспеченность азотом была вдали от лесных полос, где растения выносили его слабее. Отсутствие существенных различий на агрофонах, очевидно, связано с иммобилизацией подвижного азота при разложении свежего органического вещества, особенностями биодинамики азота удобрений. Обеспеченность подвижным фосфором заметно улучшилась на удобренном агрофоне, особенно вблизи лесных полос. Под влиянием лесных полос урожайность озимой пшеницы повышалась на неудобренном фоне на 4,7, а на удобренном – на 8,9 ц/га (табл. 5.12).

5.12. Урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте Поволжской АГЛОС под действием лесных полос и удобрений (средняя за 1981–1986 гг.), ц/га

Культура	Агрофон	Зона междоусового поля			Среднее значение	Открытое поле
		I	II	III		
Озимая пшеница	Неудобренный	36,3	30,0	31,8	32,6	27,9
	Удобренный	40,5	36,2	34,6	37,5	28,6
Яровая пшеница	Неудобренный	18,9	19,5	20,0	19,4	17,7
	Удобренный	24,7	22,6	20,6	23,0	18,8
Кукуруза	Неудобренный	122,1	134,8	142,8	131,8	113,3
	Удобренный	196,6	154,0	164,2	171,3	125,3
Ячмень	Неудобренный	21,8	27,5	23,9	24,7	23,6
	Удобренный	29,6	29,2	26,1	28,8	24,9
Гречиха	Неудобренный	12,2	15,6	11,7	13,6	9,8
	Удобренный	15,2	17,7	14,6	16,3	8,9

В полупустыне действие азотного удобрения на урожай озимой пшеницы по пару проявлялось слабо. Лучшие результаты получены при внесении в I зоне азота с фосфором, а в остальных – фосфора с калием.

Яровые и поздние культуры. В севообороте яровая пшеница следует после озимой по обедненному азотом фону, что особенно выражено под снежными шлейфами у лесных полос, и поэтому нуждается в усилении минерального питания. Азотный режим чернозема под яровой пшеницей изучали при внесении различных доз аммиачной селитры весной, а суперфосфата и навоза – осенью. Азотные удобрения повышали обеспеченность почвы аммонийным азотом в фазах кущения и колошения, а нитратным – до конца вегетации яровой пшеницы (табл. 5.13). Наблюдалась обратная зависимость между урожаем яровой пшеницы и остаточной обеспеченностью почвы азотом в уборку. Подвижного фосфора содержалось в почве междоусового поля

5.13. Содержание минерального азота в слое обыкновенного чернозема 0–30 см под яровой пшеницей (среднее за 1986–1989 гг.), ц/га

Зона	Вариант	N–NH ₄				N–NO ₃			
		Посев	Куще- ние	Коло- шение	Спе- лость	Посев	Куще- ние	Коло- шение	Спе- лость
I	Без удобрений	28	12	14	25	19	15	7	10
	N ₃₀	27	17	27	30	19	35	9	14
	N ₆₀	29	27	20	28	19	56	10	39
	N ₆₀ P ₄₅	29	39	22	21	14	65	41	34
	Навоз, 25 т/га	17	26	16	23	43	78	83	16
II	Без удобрений	17	9	20	25	26	17	8	16
	N ₃₀	25	23	22	30	33	60	16	31
	N ₆₀	20	56	27	31	47	80	43	44
	N ₆₀ P ₄₅	21	57	24	32	32	85	52	38
	Навоз, 25 т/га	15	26	14	34	20	24	13	11
IV	Без удобрений	30	13	17	18	31	22	11	24
	N ₃₀	21	17	16	29	71	40	31	40
	N ₆₀	25	32	21	31	44	74	35	55
	N ₆₀ P ₄₅	25	60	29	38	42	79	66	45
	Навоз, 25 т/га	15	21	22	34	27	49	20	10
III	Без удобрений	23	17	14	23	29	17	8	18
	N ₃₀	28	24	23	28	38	38	35	23
	N ₆₀	32	28	27	28	20	68	56	38
	N ₆₀ P ₄₅	26	49	23	38	29	83	65	42
	Навоз, 25 т/га	25	24	31	27	42	65	46	26

меньше, чем открытого. Внесение фосфорных удобрений стабильно повышало его подвижность.

В засушливые годы удобрения были эффективны только вблизи лесных полос, а во влажные годы высокие дозы удобрений N_{45–60} наиболее эффективны были в I зоне. В среднем за 6 лет прибавка урожайности зерна яровой пшеницы на межполосном поле по сравнению с открытым составила 1,7 ц/га на неудобренном и 4,2 – на удобренном фонах, ячменя соответственно 1,1 и 3,9 ц/га.

Перед посевом поздних зерновых создавались благоприятные условия накопления азота в нитратной форме, особенно на межполосном поле. Внесение под кукурузу N₁₂₀P₈₀K₆₀ резко повышало обеспеченность ее подвижным азотом и фосфором до самой уборки. В этих условиях азот усваивался наиболее активно в I зоне. В среднем за 6 лет прибавка урожайности кукурузы на силос на межполосном поле была равна 18,5 на неудобренном фоне и 46,0 ц/га на удобренном.

Под замыкающей культурой севооборота – гречихой питательный режим чернозема был относительно благоприятным и однородным на межполосном поле. Прибавка урожайности зерна на неудобренном фоне здесь составила 3,8, на удобренном – 7,4 ц/га.

5.14. Содержание подвижных элементов азота и фосфора в слое каштановой почвы 0—30 см под яровой пшеницей (среднее за 1972—1974 гг.), кг/га

Зона	Вариант	N—NH ₄				N—NO ₃				P ₂ O ₅			
		Посев	Куше- ние	Коло- шение	Спе- лость	Посев	Куше- ние	Коло- шение	Спе- лость	Посев	Куше- ние	Коло- шение	Спе- лость
I	Без удобрений	26	22	17	25	17	11	6	3	86	52	30	54
	N ₄₀ P ₆₀	39	45	19	19	30	16	14	8	169	97	135	139
IV	Без удобрений	25	22	22	29	20	21	14	11	50	47	42	61
	N ₄₀ P ₆₀	45	33	30	40	32	20	15	12	176	111	166	126
III	Без удобрений	23	25	15	49	21	20	—	10	105	120	141	50
	N ₄₀ P ₆₀	36	25	25	39	29	22	—	9	279	230	157	135

Первая культура по пару

Вторая культура по пару

I	Без удобрений	41	15	17	28	12	9	9	6	96	69	68	75
	N ₄₀ P ₆₀	27	24	24	37	16	10	11	9	207	105	154	90
IV	Без удобрений	44	18	24	33	21	12	10	9	80	44	57	56
	N ₄₀ P ₆₀	38	23	24	31	22	12	14	17	159	79	165	91
III	Без удобрений	35	12	23	35	17	10	8	8	—	—	—	—
	N ₄₀ P ₆₀	27	23	23	42	16	11	11	10	—	—	—	—

В Кулунде обеспеченность каштановой легкосуглинистой почвы аммонийным азотом под яровой пшеницей была примерно одинаковой на всем межполосном поле, нитратным азотом меньше в I зоне вследствие вымывания его и выноса урожаем (табл. 5.14). Внесение удобрений повышало содержание подвижных азота и фосфора в почве в течение всего вегетационного периода, что наиболее заметно в I зоне и под первой культурой по пару. Прибавка урожайности яровой пшеницы по пару в I зоне составила 3,6–5,5, во II и III – 1,4–2,5 ц/га.

Слабая обеспеченность черноземных каштановых почв Поволжья и Кулунды подвижным фосфором предопределяют эффективность местного припосевного внесения фосфорных удобрений. При этом их действие проявляется сильнее в сухую погоду и связано с увеличением накоплений в почве подвижного азота.

Припосевное внесение суперфосфата под яровую пшеницу и ячмень в степи и полупустыне в Поволжье заметно повышало содержание подвижного фосфора в течение всего вегетационного периода (табл. 5.15).

5.15. Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы под яровыми зерновыми культурами, кг/га

Зона	Вариант	Обыкновенный чернозем (среднее за 1966–1968 гг.)			Светло-каштановая почва (среднее за 1966–1967 гг.)		
		V	VI	VII	IV	V	VIII
I	Без удобрений	144	196	221	34	46	23
	P ₁₀	144	229	254	33	53	30
	P ₂₀	144	271	280	30	61	43
IV	Без удобрений	118	258	260	32	32	27
	P ₁₀	118	282	301	30	51	33
	P ₂₀	118	259	314	35	53	49
III	Без удобрений	123	225	253	—	—	—
	P ₁₀	123	263	349	—	—	—
	P ₂₀	123	289	348	—	—	—

Эффективность припосевного внесения суперфосфата была выше в засушливые годы. Наиболее высокая прибавка урожайности яровых культур (до 6 ц/га) была получена вблизи лесных полос при одновременном внесении в повышенных дозах азотного (N_{45–60}) удобрения [13].

5.7. ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС И УДОБРЕНИЙ НА СТРУКТУРУ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ

Неоднородность условий водного и минерального питания на межполосном поле обуславливает различия в росте и развитии сельскохозяйственных культур, формировании урожая и его качестве.

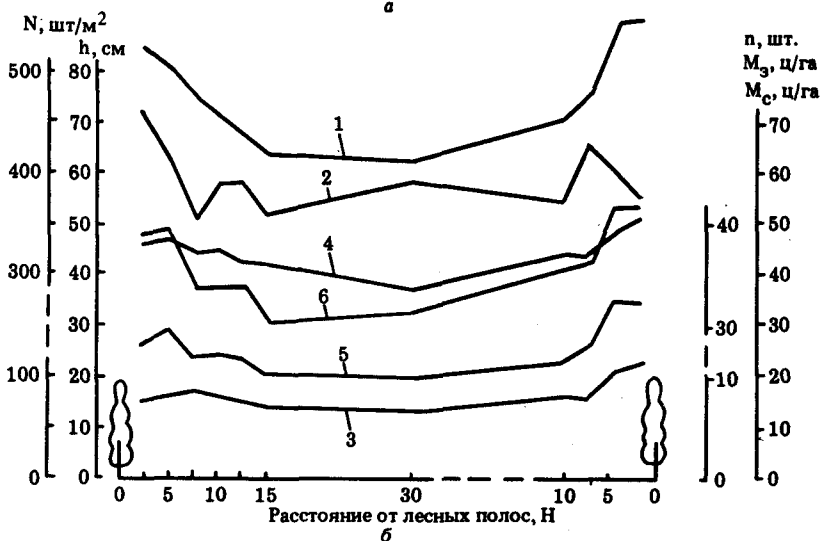
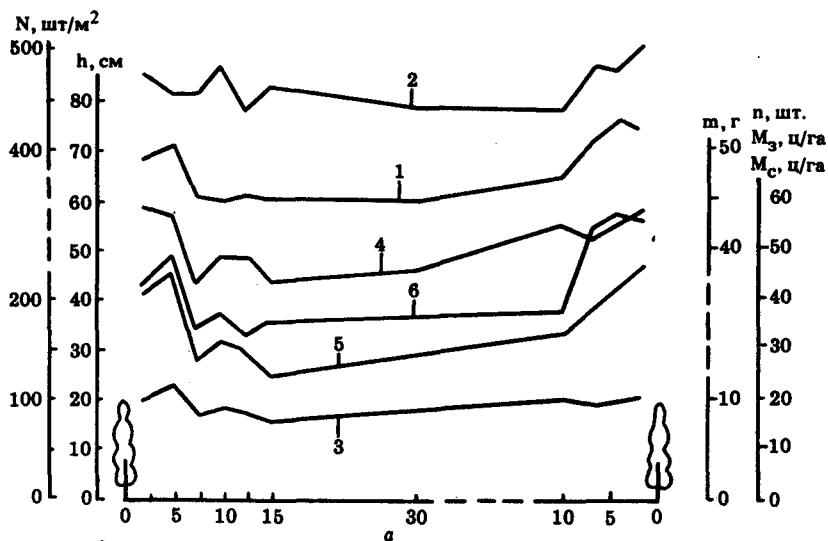


Рис. 5.7. Структура урожайности озимой (а) и яровой (б) пшеницы на обыкновенном черноземе (средние данные за 2 года):

1 — высота стебля h , см; 2 — число плодonoсящих стеблей N , шт/м²; 3 — число зерен в колосе n , шт; 4 — масса зерен m , г; 5 — урожайность зерна M_z , ц/га; 6 — урожайность соломы M_c , ц/га

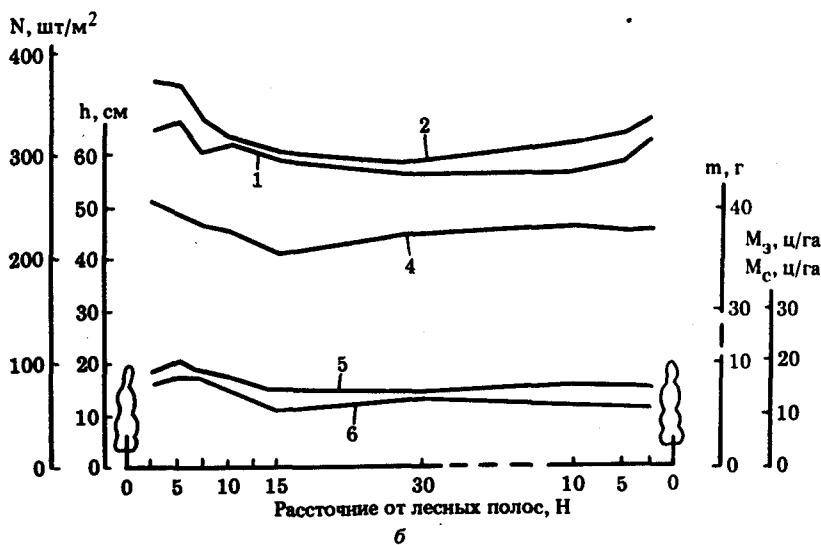
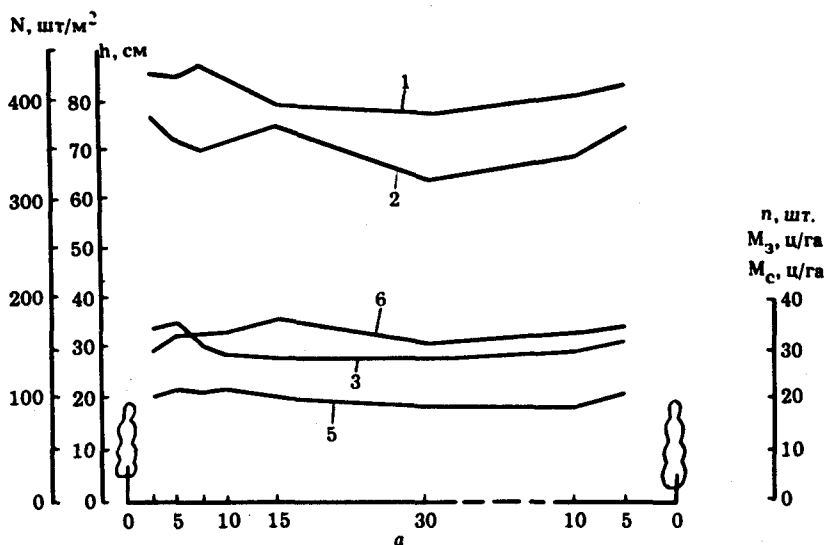


Рис. 5.8. Структура урожайности озимой пшеницы (а) в 1970–1971 гг. и ячменя (б) в 1972–1973 гг. на светло-каштановой почве (средние данные за 2 года):

1 – высота стебля h , см; 2 – число плодonoсящих стеблей N , шт/м²; 3 – число зерен в колосе n , шт; 4 – масса зерен m , г; 5 – урожайность зерна M_z , ц/га; 6 – урожайность соломы M_c , ц/га

Лучшие условия микроклимата и водообеспеченности складываются в зоне снежного покрова у лесных полос. Обеспеченность растений подвижными питательными элементами выше в межшлейфовой зоне.

В Среднем Заволжье в приполосных зонах по сравнению с межшлейфовой средние биометрические показатели озимой пшеницы сорта Мироновская 806 были выше: высота стебля на 5–7, длина колоса на 0,4 см, число плодonoсящих стеблей на 27 шт/м², число зерен в колосе на 2–3, абсолютная масса зерна на 3,0–4,3 г, его биологическая урожайность на 10,3–11,6 ц/га, соломы на 4,1–14,0, пожнивных остатков на 1,2–2,3 ц/га (рис. 5.7). В полупустыне во влажные и умеренно засушливые годы на расстоянии до 10Н по сравнению с серединой поля у озимой пшеницы обычно больше: высота стебля на 8 см, число зерен в колосе на 4, биологическая урожайность зерна на 2,6 и соломы на 2,3 ц/га. Во влажные и умеренно засушливые годы под защитой лесных полос у ячменя сорта Южный больше: средняя высота стебля на 3,7, длина колоса на 0,3 см, число плодonoсящих стеблей на 4,3 шт/м², масса зерна на 2,1 г, биологическая урожайность зерна на 2,8 и соломы на 3,5 ц/га (рис. 5.8).

При внесении удобрений в Поволжье качество урожая в лесозащищенном агроценозе значительно улучшается, однако у многих культур севооборота на межполосных полях относительное содержание протеина остается пониженным по сравнению с открытым полем (табл. 5.16). В связи с общим повышением урожая на межполосных полях дополнительный выход протеина за ротацию удобренного лесомелиоративного севооборота был равен 2,82–3,79 ц/га, или 25,8–34,1 %.

5.16. Качество урожая сельскохозяйственных культур в лесомелиорированном и открытом севооборотах Среднего Поволжья

Культура	Содержание протеина		Прибавка протеина	
	%	ц/га	%	ц/га

Поволжская АГЛОС (среднее за 1981–1986 гг.)

Озимая пшеница	13,91	4,73	25,1	0,95
	14,54	3,78	—	—
Яровая пшеница	15,44	3,17	29,4	0,72
	14,93	2,45	—	—
Кукуруза	4,06	6,21	27,5	1,34
	4,37	4,87	—	—
Ячмень	11,17	2,99	7,9	0,22
	12,40	2,77	—	—

Культура	Содержание протеина		Прибавка протеина	
	%	ц/га	%	ц/га
Гречиха	10,26	1,37	69,1	0,56
	9,84	0,81	—	—
Ротация севооборота	—	18,47	25,8	3,79
	—	14,68	—	—
<i>Тимашевский опорный пункт (среднее за 1981—1985 гг.)</i>				
Озимая пшеница	13,91	4,12	51,4	1,40
	14,54	2,72	—	—
Яровая пшеница	15,44	2,83	32,8	0,70
	14,93	2,13	—	—
Ячмень	11,17	2,93	3,5	0,10
	12,40	2,83	—	—
Гречиха	10,26	1,21	105,1	0,62
	9,84	0,59	—	—
Ротация севооборота	—	11,09	34,1	2,82
	—	8,27	—	—

Примечание. В числителе данные по лесомелиорированному севообороту, в знаменателе — открытому.

В условиях сухой Кулундинской степи содержание протеина в зерне яровой пшеницы относительно высокое и понижается в ротации севооборота (табл. 5.17). Дополнительный выход протеина здесь меньше, чем в степной зоне Поволжья.

Доход от мелиоративного влияния лесных полос в степной зоне окупает затраты на их создание в течение ротации 5–6-польного севооборота. Чистый доход от прибавки урожая при применении удобрений получен только на защищенных полях, где 1 руб. затрат окупился дополнительной продукцией зерновых культур в 4,9 раза.

Таким образом, на лесомелиорированной территории существенно изменяются условия природной среды, что вызывает необходимость совершенствования агротехнических приемов для выращивания лесных насаждений и сельскохозяйственных культур, повышения плодородия почвы.

5.17. Качество урожая яровой пшеницы в лесомелиорированном и открытом севооборотах Кулунды (среднее за 1981—1985 гг.)

Культура	Содержание протеина		Прибавка протеина	
	%	ц/га	%	ц/га
Пшеница по пару	14,4	2,0	15,0	0,3
	14,7	1,7	—	—
Пшеница 2-го года	13,9	1,2	16,7	0,2
	13,1	1,0	—	—
Пшеница 3-го года	12,8	0,9	11,1	0,1
	11,2	0,8	—	—
Ротация севооборота	—	4,1	14,6	0,6
	—	3,5	—	—

Примечание. В числителе данные по лесомелиорированному севообороту, в знаменателе — открытому.

6. ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ — ОСНОВНОЙ ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ВОДОСБОРАХ, БЕРЕГАХ РЕК И ВОДОЕМОВ

Докучаевскую идею рационального хозяйственного использования территории водосбора и регулирования на нем гидрологического режима развил в советское время проф. А. С. Козменко (1954).

Для регулирования поверхностного стока и предохранения почв от смыва и размыва он предложил комплекс противоэрозионных мероприятий, включающих агротехнические, фитомелиоративные и гидротехнические приемы и способы, которые выполняются на фоне противоэрозионной организации территории. Эта система мероприятий, уточненная и дифференцированная, широко используется и в настоящее время.

Эрозию почв вызывает поверхностный сток талых и ливневых вод. Изучение его позволяет рассчитывать почвозащитные системы на заданную обеспеченность. Изучением поверхностного стока занимаются многие научно-исследовательские учреждения страны и мира. Показатели поверхностного стока по некоторым областям европейской территории страны приведены в таблице 6.1, а кривые обеспеченности стока — на рисунке 6.1.

6.1. Показатели поверхностного стока в некоторых областях европейской территории СССР (ВНИАЛМИ, 1985)

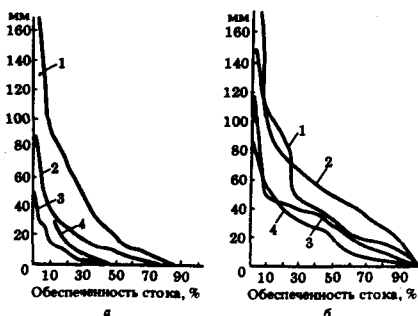
Природная зона и пункт наблюдений	Годы наблюдений	Стоки с зяби			Стоки с озимых, многолетних трав и целины		
		Вероятность превышения, %					
		10	20	50	10	20	50
Лесостепь. Новосильская ЗАГЛОС, Орловская обл.	1959—1984	132	100	34	137	114	42
Степь. Поволжская АГЛОС, Куйбышевская обл.	1952—1984	39	26	12	122	88	53
Сухая степь. Волгоградское ОПХ. Волгоградская обл.	1946—1984	26	13	6	66	42	26

Важный организующий, компенсирующий и мелиорирующий фактор в почвозащитном комплексе – защитные лесные насаждения. Они регулируют ветровой, температурный и гидрологический режимы территории, перераспределяют вещество и энергию агроландшафта, являются неотъемлемой частью природопользования. Выступая совместно, лесные насаждения усиливают почвозащитную роль агротехнических приемов и гидротехнических устройств, а с другой стороны, сопрягаясь с гидросооружениями, повышают свою эффективность.

По многолетним обобщенным данным ВНИАЛМИ, поверхностный сток талых вод и стокорегулирующая роль противозерозионных приемов характеризуются следующими данными (табл. 6.2.).

Рис. 6.1. Величина поверхностного стока талых вод:

а – с зяби; б – с озимых, многолетних трав и залежи; 1 – серые лесные почвы (Орловская обл.); 2 – обыкновенные черноземы (Куйбышевская обл.); 3 – темно-каштановые почвы (Волгоградская обл.); 4 – светло-каштановые почвы (Волгоградская обл.)



6.2. Потери талых вод и влагонакопительная роль противозерозионных приемов в лесостепных и степных районах европейской части страны (по материалам ВНИАЛМИ)

Угодья и противозерозионные приемы	Слой стока талых вод, мм	Уменьшение слоя стока, мм	Дополнительное влагонакопление от противозерозионных приемов, мм	
			на площади влияния приема	на площади применения приема
Естественные и антропогенно измененные угодья				
Леса естественные:				
при подтоке	10—0	40—50(60)	140—150*	500—600
без подтока	0	50(100)	150*	150
Травянистая целина	10—15	35—40	135—140*	135—140
Леса искусственные:				
взрослые	0	50(100)	150*	150
молодые	40—0	10—50	110—150*	110—150
Сенокосы и пастбища	60—100	+10— +50	50—90	50—90
Приемы не контурные, не требующие специальной контурной организации территории				
Поверхностные обработки, без обработки	70—90	+20— +40	10—30	10—30
Травосеяние	70—90	+20— +40	10—30	10—30
Снегозадержание (кулисы, снегопахи, ЛП)	40—70	+20—10	80—110*	80—110
Безотвальные обработки (плоскорезная, рыхление и др.)	50—70	+20—0	30—50	30—50
Нанорельеф зяби (лункование, микролиманы, прерывистое бороздование, комбинированная вспашка и др.)	48—50	5—0	50—55	50—55
Окультуривание почвы органическими удобрениями в сочетании с глубокой вспашкой и рыхлением	35—40	10—15	60—65	60—65
Контурные приемы				
Поперечная (контурная) отвальная зябь—стандарт	50	0	50	50
Щелевание	43—45	5—7	55—57	300—500
Полосные посевы	43—45	5—7	55—57	110—115
Глубокая вспашка, почвоуглубление	35—40	10—15	60—65	60—65
Водоудерживающие валы	20—30	20—30	70—80	300—500
Валы-террасы через 20—30 м	10—20	30—40	80—90	120—250
Водопоглощающие канавы через 30—50 м с органическими наполнителями	5—15	35—45	85—95	240—500

Угодья и противозерозийные приемы	Слой стока та- лых вод, мм	Уменьшение слоя стока, мм	Дополнительное влагонакоп- ление от противозерозийных приемов, мм	
			на площади влияния приема	на площади применения приема
Стокорегулирующие лесополосы через 400—500 м (без усиления средствами гидротехники)	40—45	5—10	5—10	400—500
Сочетания противозерозийных приемов				
Узкие (2-рядные) ЛП через 300—400 м + водопоглощающие канавы (с валами)	10—30	20—40	120—140*	2000—5000
Широкие (5—6-рядные) ЛП через 400—500 м + водопоглощающие канавы с валами	20—0	30—50(60)	100—130*	1000—2400
Валы Новосильской станции через 100—150 м + ЛП	200—0	30—50(80)	130—150*	300—750
ЛП (5—6-рядные) через 400—500 м, усиленные водопоглощающими канавами с валами + валы-террасы в межполосном пространстве через 50—80 м	10—0	40—50(100)	140—150*	1100—5000

Примечания: Цифры в скобках — для лет со стоком около 10 % обеспеченности на стандарте (контроле). + Увеличение слоя стока в сравнении со стандартом или контролем.

* Сумма зимних осадков принята 150 мм (в остальных случаях — 100 мм).

6.1. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СТОКОРЕГУЛИРУЮЩИХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС И ОПТИМИЗАЦИЯ ИХ СИСТЕМНОЙ СТРУКТУРЫ

Основным видом почвоводоохранных защитных лесонасаждений (ЗЛН) являются стокорегулирующие лесные полосы. Будучи составной частью противозерозийного комплекса, они одновременно являются элементом системы землепользования и выполняют многообразные функции: организующую, мелиоративную, рекреационную и др.

Организирующая функция ЗЛН проявляется в закреплении границ полей, рабочих участков, дорог, водоохраных зон, ложбин, распахиваемых участков вдоль бровок оврагов и балок и др.

Мелиоративный эффект стокорегулирующих ЗЛН проявляется как на занимаемой, так и на прилегающей территориях. Более равномерно

распределяя снег на полях, препятствуя его испарению и сносу, ЗЛН снижают глубину промерзания почвы, повышают эффективность стокорегулирующих агроприемов, впитывание талой воды. По многолетним данным ВНИАЛМИ, водопоглощение в лесополосах некоторых природных зон составляет следующую величину (табл. 6.3).

6.3. Водопоглощение в стокорегулирующих лесных полосах некоторых природных зон европейской территории

Природная зона	Суммарное водопоглощение, мм		Поглощение слоя стока, мм	
	в обычных ЛП	в усиленных ЛП	в обычных ЛП	в усиленных ЛП
Лесостепь. Новосильская ЗАГЛОС	375	2100	11	64
Степь. Поволжская АГЛОС	388	553	15	21
Сухая степь. Волгоградское ОПХ	311	455	16	23

Стокорегулирующие лесные полосы применяют на приводораздельном и присетевом фонде по границам полей и рабочих участков. Размещают их поперек линии стока прямолинейными отрезками или по горизонталям склона. Параметры систем таких полос определяют гидрологическими расчетами. Для расчета межполосных расстояний предложено несколько способов: по допустимому смыву почвы, ветрозащитному эффекту, неразмывающим скоростям водных потоков. Оптимальное расстояние устанавливают с учетом доли влияния вредоносных факторов.

Для расчета расстояний между противозрозионными рубежами по неразмывающим скоростям используют формулу академика А. Н. Костякова, дополненную показателем мелиоративного влияния леса:

$$L_{\text{мп}} = \frac{v_n^2 \cdot K_m}{m^2 \cdot C \cdot \sigma \cdot X \cdot K_\phi}, \quad (6.1)$$

$L_{\text{мп}}$ — межполосное расстояние, м; v_n — допустимая (неразмывающая) скорость потока, м/с; K_m — коэффициент мелиоративного влияния лесных полос; m — коэффициент изоборожденности поверхности склонов; C — коэффициент, зависящий от уклона и шероховатости поверхности; σ — коэффициент склона стока; X — интенсивность осадков, мм/мин; K_ϕ — коэффициент формы профиля склона.

Лесные полосы в противозрозионном комплексе обычно рассчитывают на зарегулирование остаточного стока 10 % вероятности превышения. Для условий нашей страны ориентировочные межполосные расстояния на склонах следующие (табл. 6.4).

6.4. Межполосные расстояния на склонах

Почвы	Крутизна склона, град			
	1,5	2—3	3—4	4—5
Серые лесные	220	180	160	140
Оподзоленные и выщелоченные черноземы	320	260	230	200
Обыкновенные черноземы	290	240	210	190
Южные черноземы	230	190	170	150
Каштановые	180	150	130	120
Светло-каштановые	130	110	100	90

Учитывая, что поверхностный сток на склонах сосредоточен по ложбинам, фактически в поглощении стоковой воды участвует не вся лесная полоса, а лишь "рабочие" участки ее (по Холупяку), составляющие 5–20 % площади. Таким образом, получаемые показатели ширины лесных полос оказываются очень большими (несколько десятков и даже сот метров) и неприемлемыми с хозяйственной точки зрения.

Для усиления гидрологической роли лесных полос на склонах с ложбинами предложено полосы сопрягать с земляными гидротехническими сооружениями – валами и валами-канавами по ложбинам. Гидросооружения формируют прудки и тем самым повышают рабочую площадь лесополосы, время и скорость впитывания стоковой воды. Поэтому для расчета ширины обвалованной лесополосы применяют зависимость

$$B = \frac{h}{i}, \quad (6.2)$$

B – ширина обвалованной лесополосы, м; h – рабочая высота гидросооружения, м; i – тангенс уклона поперек полосы.

Ширина лесной полосы равна длине прудка воды, формируемого гидросооружением. Ориентировочные показатели ширины стокорегулирующих лесных полос для европейской территории и Западной Сибири приведены в таблице 6.5.

Важный параметр защитных лесных насаждений на склонах – их конструкция или ветропроницаемость. В отличие от ветроломных и полезащитных стокорегулирующие лесополосы призваны трансформировать не только водный, но и ветровой потоки. Оптимальным эффектом по снижению скорости ветра обладают лесополосы с ветропроницаемостью 40–60 %, а по поглощению поверхностного стока – максимально плотные. К тому же часто не совпадают направления вредоносного ветра и линии стока. Поэтому выбрать оптимальную ветропроницаемость представляет большую трудность. На практике стоко-

6.5. Ориентировочная ширина стокорегулирующих лесных полос для европейской территории и Западной Сибири

Крутизна склона, град	Вид гидротехнического сооружения	Рабочая высота земляного вала, м	Ширина ЛП, м		Число рядов деревьев	
			степь	лесо-степь	степь	лесо-степь
1,5—2	Обвалование с помощью плантажного плуга	0,3—0,4	12	12,5	4	5
2—3	Валы-канавы, сооруженные экскаваторами непрерывного действия	0,4—0,5	12	12,5	4	5
3—4	Валы-канавы, сооруженные ковшовыми экскаваторами	0,5—0,6	9	10	4	4
4—5	То же с увеличением высоты вала при подсыпке грунта бульдозером	0,6—0,8	9	10	3	4

Примечание. При крутизне склонов более 5° проектируют лесные кулисы шириной 5—6 м и обвалование бульдозером по нижней опушке. Высоту земляных валов увеличивают в 1,5—2 раза в местах пересечения лесными полосами ложбин за счет подсыпки грунта бульдозером или углубления канавы.

6.6. Ширина межполосных пространств $L_{\text{мп}}$ (м) для стокорегулирующих лесных полос на почвах разных типов на выпуклой части склона длиной 1000 м ($\Delta H = Pm = 100$ м; $a = 5$; $B = 0,005$; $\alpha^\circ = 2,86^\circ$; агрофон — 50 % озимые)

Номер лесополосы от водораздела	Серые лесные почвы	Черноземы			Темно-каштановые почвы	Светло-каштановые почвы
		выщелоченные	обыкновенные	южные		
1*	300	300	250	200	125	125
	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3
2	360	400	470	400	360	250
	3,1	3,7	4,1	2,9	2,2	1,1
3	210	240	250	270	350	250
	5,9	6,7	7,0	6,3	6,4	3,4
4	—	—	—	—	—	250
						6,6

Примечание. В знаменателе — крутизна склона на верхней границе пояса восстановления плодородия почвы.

* Для первого межполосного пространства приводится расстояние от водораздела.

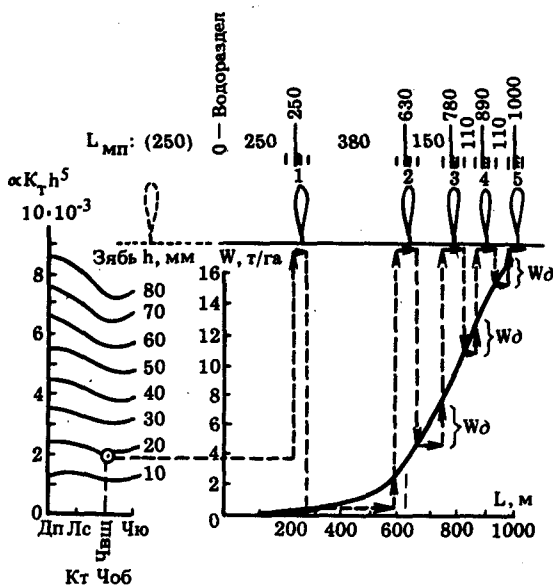


Рис. 6.2. Номограмма для определения расстояний между лесополосами (чернозем обыкновенный, 20 мм; параметры выпуклого склона $p = 50$, $L = 200$ м, $\alpha = 5^\circ$)

регулирующие насаждения создают повышенной плотности, а ветроломные – ажурными и продуваемыми. Однако оптимальным вариантом было бы создание лесополосы повышенной густоты по ложбинам стока и ветропроницаемой между ложбин.

Снегораспределительные лесные полосы и кулисы на склонах создают более узкими (1–3 ряда). Их размещают на расстоянии 100–250 м между основными лесополосами.

При проектировании лесных полос на склонах часто приходится спрямлять их на ложбинах либо прокладывать под определенным углом. Допустимый уклон трассы лесной полосы

$$i = \frac{v_n^2}{C^2 \cdot h_p}, \quad (6.3)$$

где v_n – неразрывающая скорость воды; C – коэффициент Шези; h_p – рабочая высота гидросооружения.

В последние годы все больший интерес в стране проявляется к контурной организации территории. Изданы рекомендации по защитному лесоразведению при контурной организации территории. Расчет межполосных расстояний в них предлагается вести на заданную величину смыва почвы, а при слабом смыве – по ветрозащитной тени. Ориентировочная ширина межполосных пространств приведена в таблице 6.6, а номограмма для их определения – на рисунке 6.2.

6.2. ВЛИЯНИЕ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ НА ИСПАРЕНИЕ СНЕГА

Испарение снега является расходной статьей уравнения водного баланса, используемого при изучении талого стока. В сложившейся практике величину испарения снега учитывают не всегда, так как бытует мнение, что она незначительна. В засушливых условиях степи, однако, снежный покров зачастую бывает маломощным, и величина испарения становится соизмеримой с величиной запасов воды в снеге, достигая в отдельные годы значительных размеров. Так, по данным Е. Д. Сабо (1956), в районе Ергеней в течение зимы 1951/52 г. испарилось 39,4 мм влаги, а зимой 1952/53 г. — 49 мм, что составило соответственно 49 и 50 % максимальных запасов воды в снеге. Суточные потери воды из снега в среднем не превышают 0,3 мм, но могут достигать 1–2 мм.

Закономерности испарения с поверхности снега изучались А. К. Дюниным (1961), П. Ф. Идзоном и Е. Н. Цыкиным (1956), И. И. Жигановым и И. С. Горшениным (1957) и др. Полученные нами результаты изучения испарения снега в Луганской области приведены в таблице 6.7.

Зависимость суточного испарения снега от среднесуточной скорости ветра и других факторов можно выразить в виде функции

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (6.4)$$

Для нахождения функции был использован метод Брандона — метод парных связей с последовательным исключением значащих факторов. Все метеорологические показатели, влияние которых на испарение снега необходимо установить, связаны между собой, поэтому эффект воздействия каждого из них определить классическими методами математического анализа затруднительно. Предполагается, что функция может выражаться произведением некоторых функций, зависящих только от одного фактора

$$y = C \cdot f_1(x_1) \cdot f_2(x_2) \dots f_n(x_n), \quad (6.5)$$

где y — суточное испарение с поверхности снега; x_1 — среднесуточная скорость ветра, температура и относительная влажность воздуха, продолжительность солнечного сияния и другие возможные факторы.

Полученные эмпирические зависимости имеют такой вид:

$$\begin{aligned} E_1 &= 0,13 + 0,06v; \\ E_2 &= 0,35 + 0,01t; \\ E_3 &= 0,111(100 - W)^{0,33}; \\ E_4 &= 0,22 + 0,03T^{0,6}, \end{aligned} \quad (6.6)$$

где E — суточное испарение снега, мм/сут; v — среднесуточная скорость ветра, м/с; t — среднесуточная температура воздуха, °C; W — среднесуточная относительная влажность воздуха, %; T — продолжительность солнечного сияния за сутки, ч.

Анализ уравнений свидетельствует, что в наибольшей степени на испарение снега влияет скорость ветра, затем — в порядке убывания

6.7. Испарение снега и основные метеорологические показатели

Период	Интенсивность испарения E, мм/сут	Удаленность b от ЛП, Н	Угол подхода ветра к ЛП, град	Среднесуточные показатели			
				скорость ветра v, м/с	температура воздуха t °C	относительная влажность воздуха W, %	продолжительность солнечного сияния T, ч
06—12.03	0,22	5		3,0			
1985 г.	0,22	15	17	3,1	-12,2	77	7,9
12—14.03	0,12	ЛП		0			
1985 г.	0,22	5		1,4			
	0,32	15	5	1,4	-6,1	86	7,3
14—16.03	0,37	ЛП		—			
1985 г.	0,40	5		4,7			
	0,45	15	25	5,0	-2,4	93	4,9
16—17.01	0,17	15	20	0,4	-16,2	77	4,9
19—21.01	0,2	2,5		3,2			
1987 г.	0,24	15	33	3,6	-15,7	70	3,4
31.01—6.02	0,15	5		1,2			
1987 г.	0,18	15	22	1,3	-6,5	85	6,3
06—14.02	0,27	5	30	2,6	-5,4	84	2,7
14—18.02	0,17	15	17	3,0	-9,5	80,5	0,4
31.03—6.04	0,35	ЛП		—			
1987 г.	0,54	5		3,4			
	0,59	5		3,4			
	0,51	15	22	3,5	-0,2	79	7,7
10—16.04	0,18	ЛП		0,7			
1987 г.	0,35	2,5		4,2			
	0,38	5		4,4			
	0,49	15	15	4,6	+0,7	86	0,1

влияния — температура и влажность воздуха, продолжительность солнечного сияния за сутки.

В общем виде математико-статистическая модель суточного испарения с поверхности снега выражается уравнением регрессии:

$$E = 4,7(0,13 + 0,06v)(0,35 + 0,01t^{\circ})(100 - W)^{0,33}(0,22 + 0,03T^{0,6}). \quad (6.7)$$

Для упрощения пользования уравнением регрессии составлена номограмма (рис. 6.3). С помощью номограммы на основании данных метеостанции о среднедекадных значениях v, t°, W, T нами были рассчитаны величины испарения снега за сутки, месяц и весь период стояния снежного покрова в 1985—1987 гг. Расчет выполнен для усло-

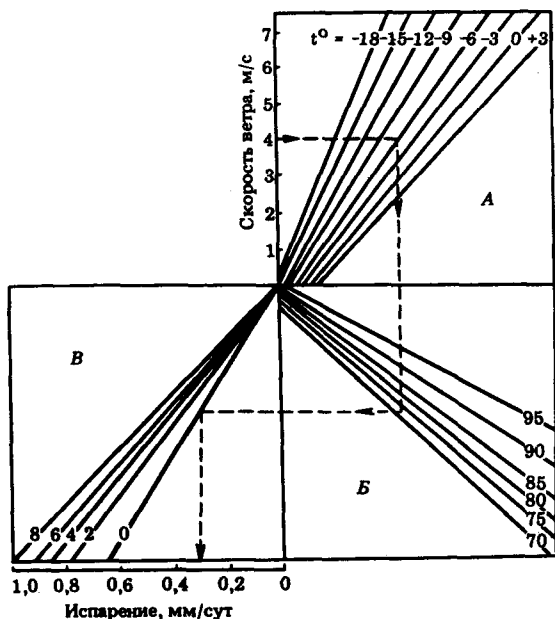


Рис. 6.3. Номограмма для определения суточного испарения снега:

А — среднесуточная температура воздуха, град; Б — относительная влажность воздуха, %; В — продолжительность солнечного сияния, ч/сут

вий открытого поля ($v = v_{\text{max}}$) и леса ($v = 0$), результаты представлены в таблице 6.8.

Испарение снега за зимне-весенний сезон является существенной расходной статьей водного баланса и, в зависимости от продолжительности периода стояния снежного покрова и климатических условий, может достигать 50 мм и более, как это было в 1986–1987 году.

За один зимний месяц в 1984–1987 гг. испарялось от 3,6 до 13,3 мм воды из снега, или от 17 до 64 % среднемноголетней месячной нормы осадков за зимние месяцы.

Суточное испарение в среднем за 1985–1987 гг. было 0,3 мм в открытом поле и 0,1 мм в лесу. При отсутствии ветра испарение в лесу было в среднем в 3 раза меньше, чем в открытом поле.

Снижение интенсивности испарения происходит и в поле в зоне влияния лесных полос. В условиях преобладавших в 1986–1987 гг. в Луганске юго-восточного и северо-западного ветров с углом подхода 40–50° к лесной полосе средняя скорость ветра в зоне ветровой тени (0–20Н) составила 85,7 % скорости ветра в открытом поле (соответственно 4,37 и 5,12 м/с). Суточное испарение в этой зоне составляло 88,3 % испарения в поле, а слой его за сезон в зоне 0–20Н составил 46,9 мм, или на 6,2 мм меньше, чем в открытом поле.

6.8. Испарение снега в 1984—1987 гг., мм

Показатели	1984—1985	1985—1986	1986—1987
Продолжительность залегания снежного покрова, сут	67	44	121
Слой испарения снега за сезон	13,04	10,80	53,01
	3,16	5,90	13,30
Месячное испарение снега в среднем за сезон	4,35	3,6	13,3
	1,05	1,97	3,33
Суточное испарение снега в среднем за сезон	0,20	0,25	0,44
	0,05	0,13	0,11
Суточное испарение снега в среднем за три года		0,30	
		0,10	

Примечание. Числитель — в открытом поле, знаменатель — в лесу.

Влияние параметров лесной полосы на испарение снега на прилегающих полях приведено в таблице 6.9.

6.9. Влияние лесных полос на испарение снега

Показатели	Лесная полоса	
	семирядная	двухрядная
Конструкция	Плотная	Ажурная
Высота, м	8,0	3,9
Дальность влияния, Н		
предельная	31,5	32,0
эффективная (при снижении скорости ветра более чем на 10 %)	11,5	19,0
при снижении скорости ветра более чем на 20 %	7,4	11,8
Минимальная скорость ветра за лесной полосой, % к контролю	14,0	61,0
Суммарная защита от ветра (среднее снижение скорости ветра в зоне 0—30Н), %	18,2	19,7
Снижение испарения в зоне 0—30Н, %	13,2	14,1

По предельной дальности влияния двухрядные лесные полосы не уступают семирядным, а по эффективной дальности влияния превосходят их. Суммарная защита от ветра в зоне 0—30Н у двухрядных лесных полос несколько выше, чем у семирядных (соответственно 19,7 и 18,2 %). Поэтому и снижение испарения происходит более выражено

в зоне влияния двухрядных лесных полос, чем семирядных (соответственно 14,1 и 13,2 %). В условиях 1987 г. снижение испарения за двух- и семирядными лесными полосами при ориентации их поперек преобладающего ветра составило бы 7,5 и 7,0 мм.

Снижение испарения за лесными полосами способствует дополнительному накоплению влаги в почве к началу вегетационного периода и лучшему сохранению ее в летнее время, что очень важно для повышения стабильности земледелия в условиях зоны недостаточного увлажнения.

6.3. СТОКОРЕГУЛИРУЮЩАЯ РОЛЬ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Для предотвращения эрозионных процессов применяют систему мер защиты, одним из главных элементов которой являются лесные насаждения. Стокорегулирующая роль этих насаждений изучена недостаточно: нет четкой классификации древесных пород по их влиянию на поглощение поверхностного стока, нет надежного и простого метода определения количественных показателей поглощения стока.

Способ определения водопоглощающей и кольматирующей способности лесных насаждений разработан для степных районов Украины. Методические основы способа пригодны и для других регионов. Поскольку стокорегулирующая роль лесных насаждений охватывает широкий спектр вопросов, в основу ее изучения положены элементы системного анализа. Суть этих элементов состоит в определении параметров поглощения стока в зависимости от совокупности одновременно действующих в различном сочетании факторов.

Стокорегулирующую роль определяли на стоковых микроплощадках напуском воды различной интенсивности (2,0–30,0 мм/мин) и мутности (0–90 г/л) в 3–5-кратной повторности (Тарасов, 1988). Продолжительность опытов составляла 30 мин. Одновременно определяли мощность лесной подстилки, водопроницаемость почвы в пределах 1,5 м слоя, плотность и гранулометрический состав. Математическая обработка экспериментальных данных выполнена остаточным методом. В результате получен ряд формул, укладывающихся в логически связанную последовательность:

$$\begin{aligned} K &= 2,84 R^{-0,64} \cdot T^{0,10} \cdot G (1,69 - 0,63 dV); \\ \eta &= 0,85 \pm 0,06 (0,79 \div 0,91); \\ m &= 1,94 I_{nc}^{-0,46} \cdot T^{0,35}, \\ \eta &= 0,81 \pm 0,29 (0,52 \div 1,0); \\ v &= 0,54 v_n^{0,73} \cdot K^{0,52} [1,77 (m + 1,0)^{0,16} - 1,0] (1,11 - 0,0003 M_n); \\ \eta &= 0,91 \pm 0,13 (0,78 \div 1,0); \\ W &= [0,99 (W_n + 1,0)^{0,69} - 1,0] (1,98 - 2,04 k); \\ \eta &= 0,91 \pm 0,14 (0,77 \div 1,0), \end{aligned} \tag{6.8}$$

где K — водопроницаемость верхнего (0–30 см) слоя почвы, мм/мин; R — ранговый критерий породного состава насаждений (табл. 6.10); T — возраст насаждений, лет; G — коэффициент влияния механического состава почвы на ее водопроницаемость (табл. 6.11); dV — плотность почвы, г/см; η — множественное корреляционное отношение; m — мощность лесной подстилки, см; I_{nc} — индекс подстилконакопительной способности; v — скорость впитывания склонового стока, мм/мин; v_n — интенсивность склонового стока (напуск воды на стоковые площадки), мм/мин; M_n — мутность склонового стока, г/л; W — масса мелкозема, отложенного в лесополосе на площади 1 м^2 в течение 1 мин, $\text{кг/м}^2 \cdot \text{мин}$; k — коэффициент стока в лесополосе; W_n — интенсивность приноса мелкозема с вышележащего поля, $\text{кг/м}^2 \cdot \text{мин}$.

Ранговый критерий породного состава R (табл. 6.10) представляет собой порядковый номер породы или сельхозугодья по убыванию значений коэффициента водопроницаемости почвы. Коэффициент влияния механического состава почвы G (табл. 6.11) выражает зависимость водопроницаемости от содержания физической глины.

6.10. Ранговый критерий древесных пород и некоторых видов сельхозугодий по их влиянию на водопроницаемость 1,5 м слоя почвы

Древесная порода, сельхозугодье	Ранговый критерий R	Древесная порода, сельхозугодье	Ранговый критерий R
Тополь черный	1	Ясень обыкновенный	7
Клен остролистный	2	Ясень ланцетный	7
Клен полевой	2	Сосна обыкновенная	8
Липа мелколистная	3	Береза повислая	9
Дуб летний	3	Задернелый склон	10
Вяз приземистый	4	Робиния лжеакация	11
Береза	5	Терн	12
Пашня	6		

6.11. Коэффициент влияния механического состава почвы на ее водопроницаемость ($G = 24,1G_1^{-0,85}$)

Почва по механическому составу	Содержание физической глины G_1 (частиц 0,01 мм), %	Коэффициент G
Песок рыхлый (Пр)	0–5	11,06
Песок связный (Псв)	6–10	4,35
Супесь (С)	11–20	2,41
Суглинок легкий (Сл)	21–30	1,56
Суглинок средний (Сср)	31–45	1,11
Суглинок тяжелый (Ст)	46–60	0,82
Глина легкая (Гл)	61–75	0,67
Глина средняя (Гср)	76–85	0,58
Глина тяжелая (Гт)	85	0,55

Индекс подстилконакопительной способности $I_{\text{пс}}$ (табл. 6.12) характеризует древесные породы по их способности накапливать лесную подстилку. Он получен в ходе анализа экспериментальных данных остаточным методом так же, как и ранговый критерий.

6.12. Индекс подстилконакопительной способности древесных пород

Древесная порода	Индекс $I_{\text{пс}}$	Древесная порода	Индекс $I_{\text{пс}}$
Сосна обыкновенная	1	Тополь черный	5
Липа мелколистная	2	Ясень обыкновенный	5
Клен остролистный	3	Ясень ланцетный	5
Клен полевой	3	Береза повислая	6
Дуб летний	3	Терн	7
Вяз приземистый	4	Робиния лжеакация	8

Решение полученных уравнений осуществляется графическим способом при помощи номограмм, приведенных на рисунках 6.4 и 6.5. По результатам решения уравнений в указанной последовательности построены оптимизационные гиперповерхности (рис. 6.6 и 6.7), показывающие в изолиниях скорость впитывания ливневого стока и интен-

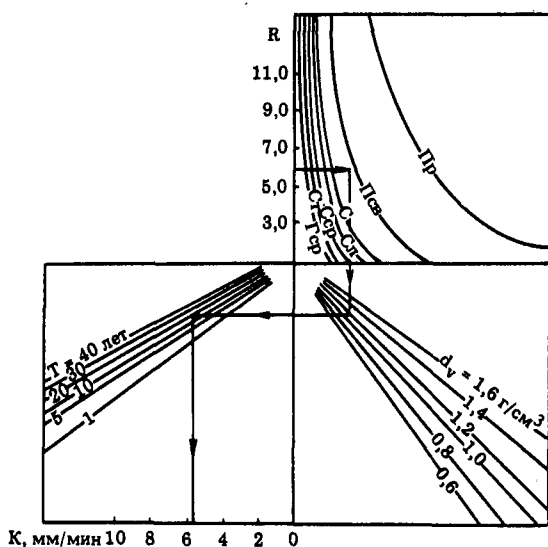


Рис. 6.4. Номограмма для расчета водопроницаемости почвы:

R — ранговый критерий древесной породы (табл. 6.11); $Pr-Gpr$ — краткое наименование почвы по механическому составу (табл. 6.12); T — возраст насаждения, лет; d_v — объемная масса почвы, г/см³; K — скорость впитывания воды в почву, мм/мин

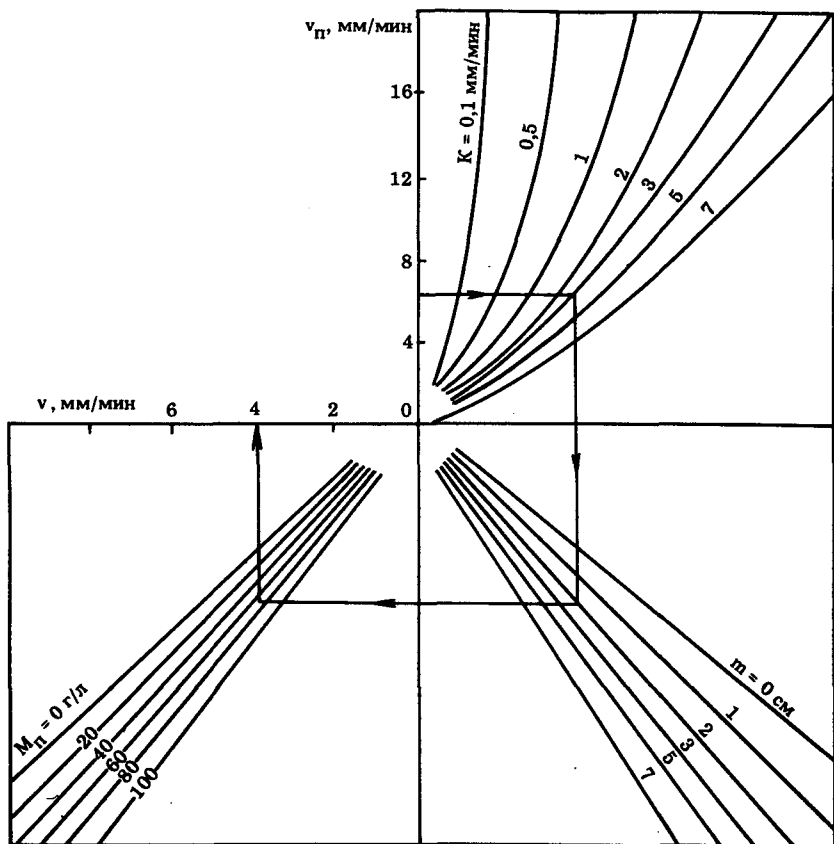


Рис. 6.5. Номограмма для расчета скорости впитывания ливневого стока:

$v_{\text{п}}$ — скорость подтока ливневого стока, мм/мин; K — скорость впитывания воды в почву, мм/мин; m — толщина слоя лесной подстилки, см; $M_{\text{п}}$ — мутность стока, г/л; v — скорость впитывания стока в лесонасаждения, мм/мин

сивность отложения мелкозема при различном сочетании значащих факторов.

Гиперповерхности позволяют определить пути управления такими факторами, как интенсивность склонового стока, его мутность, мощность лесной подстилки и водопроницаемость почвы. При этом следует иметь в виду, что интенсивность склонового стока изменяется при изменении ширины лесных полос и межполосного расстояния, мутность стока — при проведении почвозащитной агротехники на выше-лежащем поле. Мощность лесной подстилки можно увеличить, создавая насаждения смешанного породного состава преимущественно из пород с высокой подстилконоаккумулятивной способностью или покры-

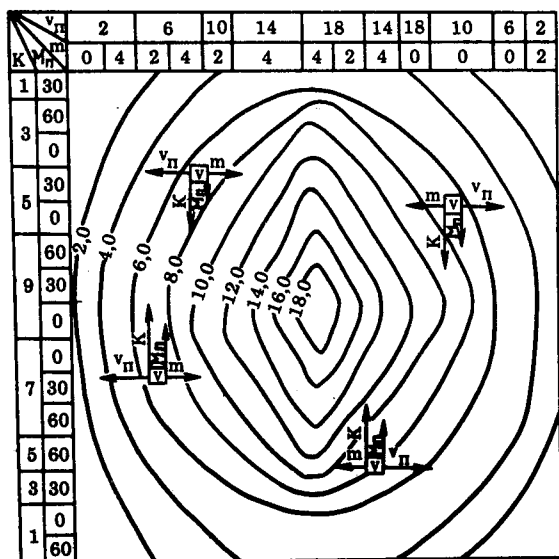


Рис. 6.6. Гиперповерхность значений скорости впитывания склонового стока в насаждениях (обозначения те же, что на рис. 6.5)

вая поверхность мульчирующим слоем. Коэффициент водопроницаемости почвы можно повысить, изменяя состав насаждений, вводя породы, оказывающие наиболее рыхлящее воздействие на почву.

Оптимальное сочетание указанных факторов обеспечивает полную фильтрацию склонового стока от взвешенных наносов, при этом незначительная часть очищенной воды проходит транзитом сквозь лесное насаждение, не производя дальнейших разрушений. Задача оптимизации сводится к нахождению такого соотношения скорости впитывания склонового стока в насаждении и интенсивности его

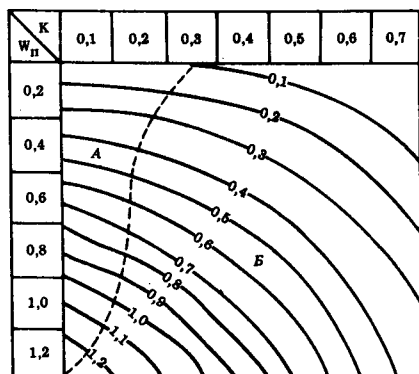


Рис. 6.7. Номограмма для расчета интенсивности отложения мелкозема:

K — скорость впитывания воды почвой, мм/мин; $W_{\text{п}}$ — интенсивность поступления мелкозема, кг/м²/мин; А — зона полного отложения мелкозема; В — зона частичного отложения мелкозема; — — — — граница зон отложения мелкозема

притока с вышележащего склона, при котором весь приносимый стоком мелкозем откладывается в лесном насаждении.

На рисунке 6.7 пунктирная линия делит гиперповерхность на зоны полного А и частичного Б отложения мелкозема. Если расчетное значение интенсивности отложения мелкозема попадает в зону А, значит факторы поглощения склонового стока находятся в оптимальном сочетании. В противном случае скорость впитывания стока необходимо приводить к оптимуму посредством изменения влияющих на этот показатель факторов.

На рисунке 6.6 стрелками указаны пути управления значащими факторами в направлении оптимальных значений скорости впитывания стока. Определение степени изменения независимых факторов укажет содержание мероприятий по повышению противозрозионной эффективности лесных насаждений. Если в силу почвенных и лесорастительных условий лесополоса не в состоянии самостоятельно задерживать сносимый с поля мелкозем, ее необходимо сочетать с гидротехническими сооружениями.

6.4. СТОКООЧИЩАЮЩАЯ РОЛЬ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ В ВОДООХРАННЫХ ЗОНАХ МАЛЫХ РЕК

Бессистемное антропогенное воздействие на водосборы и долины малых рек привело к их деградации. Нами изучено влияние лесных насаждений, расположенных в устьевой части водосборов, на сток, смыв почвы и вынос биогенов в малые реки (Зыков, Помещиков, 1987). Исследования проводили в 1985–1987 гг. на четырех комплексных водосборах, расположенных на левом берегу р. Тишанки – притоке р. Дон (табл. 6.13).

6.13. Морфометрические характеристики водосборов

Показатель	Водосбор			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Площадь, га	4,69	0,54	5,09	1,75
В том числе:				
пашня	3,27	—	3,48	—
выгон	1,38	0,535	1,46	1,73
лесонасаждения	0,04	0,006	0,15	0,02
рабочий участок лесонасаждений, %	21	55	65	29
Лесистость, %	0,85	1,11	2,95	1,14
Длина склона, м	434	222	510	345
В том числе по угодьям:				
пашня	240	—	350	—
выгон	162	160	120	320
лесонасаждения	32	40	40	25
Средняя крутизна склона	1°28'	1°35'	1°00'	2°46'

При условии поступления поверхностного стока на территории периодического затопления опытные водосборы находятся в зоне открытого поверхностного стока, который здесь менее концентрирован, объемы его сравнительно небольшие. Тем не менее у протяжин и ложбин значительный уклон русла повышает транспортирующую способность временных потоков, а сравнительно короткий их путь обеспечивает интенсивный вынос большого количества ингредиентов с местного водосбора в реку.

Учет стока и смыва на естественных рубежах поле — выгон, выгон — лесонасаждения и на выходе из лесонасаждений проведен на замыкающих гидрометрических створах. Показатели эрозионно-аккумулятивного процесса на водосборах приведены в таблице 6.14.

На водосборе № 1 протяжина полевой части на выгоне переходит в ложину шириной по дну 2–9 м. Водосбор № 2 имеет две параллельно расположенные ложбины. В нижней его части находится канава с валом протяженностью 40 м, ширина которой по верху 1,5, по дну 0,7 м. На водосборе № 3 (ниже пашни, на выгоне) ложбина имеет корытообразную форму шириной по дну 13–15 м. На расстоянии 23 м от опушки по всей ширине лесонасаждение пересекает водозадерживающий вал длиной 43, высотой 0,2–0,3 м. Вал создает подпор поверхностному стоку и способствует растеканию воды по всей вышележащей площади лесонасаждений. В 1986 г. на полевой части водосборов была озимая пшеница, в 1987 г. — стерня.

В 1986 г. минерализация снеговой воды перед таянием снега составила 18 мг/л, содержание солей азотной кислоты в пробе снега (по азоту нитратов) было 0,004 мг/л, а в первый день снеготаяния в талой воде на поле озимой пшеницы — 0,98–1,38, на выгоне — 0,97–1,50 мг/л. Минерализация увеличилась соответственно до 68–80 и 52–70 мг/л. Это объясняется обогащением талых вод при стекании их по водосбору легкорастворимыми минеральными солями, а также солями азотной кислоты.

В первый день снеготаяния было зафиксировано самое высокое содержание азота нитратов (1,62 мг/л) на водосборе № 4 в стоке с выгона, а на выходе из лесонасаждений оно составило 1,30 мг/л. В стоке с озимой пшеницы в начале таяния снега содержание его колебалось от 1,0 до 1,4 мг/л. В последние дни таяния снега содержание нитратного азота, как правило, не превышало 0,28 мг/л на всех участках, что объясняется растворением и выносом из верхнего оттаявшего слоя почвы соединений HNO_3 , накопившихся в межпаводковый период. Концентрация аммиачного азота возросла от начала стокового периода к его концу в 2–3 раза. Мутность стока повысилась с 0,2–0,4 до 26,7 г/л на озимых и до 0,08–0,20 г/л на выгоне с появлением проталин к концу стока.

Весной 1987 г. концентрация нитратов в стоке была значительно выше (2–7 мг/л), чем в предыдущем году. Вследствие сухой осени и отсутствия зимой продолжительных оттепелей, вызывающих сток, нитраты из поверхностного слоя почвы не вымывались. Большая

6.14. Показатели эрозивно-аккумулятивного процесса на водосборах

Показатель	Водосбор № 1			Водосбор № 2			Водосбор № 3			Водосбор № 4		
	№ 1*	№ 2**	№ 3***	№ 1**	№ 2***	№ 1*	№ 2**	№ 3***	№ 1**	№ 2***	№ 1*	№ 2**
Замыкающий гидрометрический створ												
Запасы воды в снеге, мм	36,6 108,8	57,1 110,5	57,5 114,4	47,5 46,2	49,0 52,4	36,1 120,5	43,9 127,8	45,6 141,6	39,8 88,7	41,1 94,3		
Суммарное впитывание, мм	5,5 108,2	22,3 114,9	252,2 631,2	26,2 44,0	828,5 747,2	6,2 119,7	19,3 146,5	213,3 616,5	13,3 87,6	198,0 555,0		
Поверхностный сток, мм	31,1 0,6	46,7 1,0	44,7 0,2	21,3 2,2	10,8 0	29,9 0,8	33,8 0,8	28,7 0	26,5 1,1	26,2 0		
Коэффициент стока	0,85 0,005	0,82 0,009	0,78 0,002	0,45 0,047	0,22 0	0,83 0,006	0,77 0,006	0,63 0	0,66 0,012	0,64 0		
Потери почвогрунта, кг/га	495,0 6,0	56,0 1,7	36,0 0,1	32,0 1,5	4,0 0	1758,0 13,7	554,0 2,9	69,0 0	48,0 1,4	28,0 0		
Потери питательных веществ, кг/га	8,1 0,14	3,8 0,13	3,2 0,01	2,7 0,08	1,0 0	23,6 0,27	16,3 0,14	5,9 0	5,0 0,09	3,4 0		
Потери органического вещества, кг/га	4,8 0,14	1,5 0,08	2,1 0,01	0,9 0,07	0,2 0	28,1 0,38	18,6 0,10	2,4 0	1,3 0,06	1,0 0		

Показатель	Водосбор № 1				Водосбор № 2				Водосбор № 3				Водосбор № 4			
	Замыкающий гидрометрический створ															
	№ 1 *	№ 2 **	№ 3 ***	№ 1 **	№ 2 ***	№ 1 *	№ 2 **	№ 3 ***	№ 1 **	№ 2 ***						

Луго-, лесо- и гидротехнический очи-
щающий эффект комбинированных
водосборов, %:

взвеси

0	89	56	0	87	0	0	68	88	0	41
0	72	94	0	100	0	0	79	100	0	100
0	83	-42	0	83	0	0	34	87	0	24
0	43	93	0	100	0	0	74	100	0	100

органических веществ

Примечания: 1. Над чертой — данные 1986 г., под чертой — 1987 г. 2. Минус обозначает увеличение выноса вещества за лесонасажде-
ниями (выгоном).

* Поле, ** выгон, *** лесонасаждения.

высота снежного покрова на протяжении всего периода также препятствовала испарению нитратов с поверхности почвы. Величина поверхностного стока была незначительной – 0,6–0,8 мм, поэтому максимальное значение мутности со стернового поля составило 3,0 г/л. Вынос питательных веществ также был незначительным – со стерни не превышал 0,27, с выгона – 0,09 кг/га.

При прохождении поверхностного стока через лесные насаждения улучшились органолептические, физико-химические и бактериологические показатели воды (табл. 6.15) благодаря фильтрации стока через снежный шлейф опушки, разбавления его более чистыми тальными водами из сугробов лесонасаждений, взаимодействия поверхностного стока с лесной подстилкой и сорбционной способности почв.

6.15. Изменение концентрации загрязняющих ингредиентов поверхностного стока при прохождении через лесонасаждения, %

№ водосбора	Увеличение прозрачности	Мутность	Азот аммония	Азот нитратов	Общий фосфор	Минеральный фосфор	Сухой остаток	Сапрофитная микрофлора
1	63	36	20	13	33	46	15	18
2	20	77	44	0	50	68	32	19
3	44	72	46	13	28	28	3	71
4	27	45	54	11	13	21	21	6

В процессе движения временных водотоков по тальвегу выгона ослабляется транспортирующая сила водного потока, значительно затрудняется вынос с водосборной площади влекомых и частично взвешенных продуктов эрозии, а вместе с ними и ингредиентов сельскохозяйственного загрязнения. За два года (при длине тальвега 120–160 м) здесь аккумулировалось 70–90 % почвы, смытой с поля. В лесонасаждениях осаждалось еще 4–28 %. В целом с комбинированного водосбора поле – выгон – лесонасаждения вынос почвы в 1986 г. составил 36–69, биогенных элементов – 3–6 кг/га. С водосборов выгон – лесонасаждения вынос почвы и элементов питания был меньше – соответственно 4–28 и 1–3,4 кг/га.

В 1987 г. сток из лесонасаждений наблюдался только на водосборе № 1. Вынос почвы здесь составил 0,1, биогенных элементов – 0,01 кг/га. На других водосборах лесные почвы поглотили весь сток, поступающий с вышележащих сельскохозяйственных угодий. Лесные насаждения, сопряженные с противоэрозионными гидротехническими сооружениями, сократили вынос азота с жидким и твердым стоком с вышележащего водосбора на 58–80 %, фосфора – на 49–63, калия – на 57–73 %. Лесонасаждения без таких сооружений сократили вынос азота на 21–44 %, фосфора – на 20, калия – на 11–34 %.

В результате наблюдений установлено, что основные потери питательных элементов с поля озимых (75 %) и стерневого поля (61 %) происходят с твердым стоком, а с выгона — с жидким (78 %). В годы со слабым стоком (1987) с комплексных водосборов, имеющих в устье лесонасаждения, усиленные противозерозионными гидротехническими сооружениями, вынос взвеси и биогенных элементов не наблюдается. Насаждения по дну малых водосборов, трансформируя поверхностный сток в грунтовый, стабилизируют уровень малых рек в межень, сокращая вынос мелкозема и биогенов с водосбора, уменьшают заиливание и евтрофирование водоемов.

6.5. МЕЛИОРАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОЗЕРОЗИОННЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Системы защитных лесных насаждений на склонах регулируют ветровой режим и снегоотложение, поглощают остаточный поверхностный сток, кольматируют смытую почву, защищают прилегающие угодья от суховейных ветров. В гидрографической сети они, помимо вышеперечисленных функций, предохраняют почву от смыва и размыва, очищают поступающий в реки и водохранилища поверхностный сток.

В степных и лесостепных районах ЗЛН оптимизируют структуру аграрных ландшафтов, повышают их "экологическую емкость" (по акад. В. Н. Виноградову). Часто они являются единственными экологическими нишами для энтомофагов, зверей, птиц.

Исследованиями ВНИАЛМИ, других научно-исследовательских учреждений получены количественные и качественные характеристики влияния как отдельных категорий насаждений, так и их систем, разработаны пути повышения мелиоративной эффективности.

По данным ВНИАЛМИ, с открытых полей в гидрографическую сеть сносится до 20–30 % снега. Запасы снега на склонах в системе лесных полос на 30–50 % больше, чем на открытых полях, причем повышенные запасы снега наблюдаются на 70–80 % площади поля. Так, в степном Заволжье дополнительное весеннее увлажнение на лесомелиорированных склонах по сравнению с открытыми полями составило в среднем 54 мм [33]. Снег на полях оказывает утепляющее действие. Промерзание почвы под мощным снежным слоем происходит на меньшую глубину, а весеннее оттаивание — на 2–3 дня раньше. Благодаря этому лучше впитываются талые воды, снижается поверхностный сток.

По многолетним данным ВНИАЛМИ, среднегодовые величины поглощения талых вод в лесных полосах составляют на серых лесных почвах 300–350 мм, на обыкновенных черноземах — 350–500, каштановых почвах — 200–250 мм. На светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья стокорегулирующие лесные полосы уменьшают сток с зяби в 1,2–1,8 раза, а смыв почвы — в 1,7–4 раза. Стокорегулирующие лесные полосы, совмещенные с простейшими гидротехническими сооружениями, поглощают в 1,5–4 раза больше стоковой воды.

Одним из интегральных показателей мелиоративного влияния лесных полос на сельскохозяйственные угодья является изменение урожая сельскохозяйственных культур.

Известно, что влияние противоэрозионных лесных полос на урожай происходит благодаря предохранению почвы от смыва и за счет регулирования ветрового режима. Дальность влияния лесных полос на смыв почвы хорошо прослеживается вверх и вниз по склону по показателям степени ее смывости и легко устанавливается в натуре. Влияние водорегулирующих лесных полос на ветровой режим проявляется на меньшее расстояние, чем полезащитных. А. С. Козменко (1954) предложил формулу расчета дальности влияния лесных полос на склонах:

$$B = \frac{a \cdot H}{1 + a \cdot i}, \quad (6.9)$$

где B — дальность влияния полосы на склоне, м; a — коэффициент ветроломного действия опушки (15–25); H — высота деревьев опушки, м; i — уклон склона.

Из формулы видно, что с увеличением крутизны склона дальность влияния лесных полос заметно снижается. Так, при высоте лесной полосы 12 м дальность ее влияния составит: на равнине — 20 Н, на склоне крутизной 3,5° — 10 Н, 5° — 8,5 Н, 7° — всего 7 Н.

Для определения влияния лесных полос на урожай предложено перед обработкой фактических данных приводить их к единой степени смывости почв, используя для этой цели зависимость [27]:

$$K = \frac{y_6}{y_\phi},$$

где K — коэффициент приведения урожая к единой степени смывости; y_6 — урожай на базовых пунктах учета; y_ϕ — фактический урожай в пунктах учета.

Для выявления доли фактической защиты поля лесными полосами вводится коэффициент межполосной мелиорации K_m , который предлагается определять по формуле

$$K_m = \frac{l_v + l_n}{L},$$

где l_v — дальность существенного мелиоративного влияния лесной полосы вверх по склону, м; l_n — то же, вниз по склону, м; L — ширина поля, м.

Установлено, что стокорегулирующие лесные полосы и другие виды противоэрозионных лесных насаждений как в благоприятные по погодным условиям годы, так и в неблагоприятные обеспечивают значительную прибавку урожая во всех изученных природных зонах. Так, урожай ярового ячменя под защитой стокорегулирующих лесных полос в неблагоприятные годы на темно-каштановых почвах был на 14–21 % выше, чем на незащищенных лесополосами полях. Прибавка урожайности в зоне существенного влияния составила 2,5–3,2 ц/га.

На светло-каштановых почвах получена урожайность тритикале по парам в защищенной зоне на 4,0 ц/га больше, чем на контроле. Урожай яровой пшеницы по непаровым предшественникам в зоне влияния лесных полос был на 11,5 % выше контроля, а ярового ячменя — на 49,4 %. Математически достоверная зона существенного влияния лесных полос на урожай сельскохозяйственных культур в 1977 г. на темно-каштановых почвах составила 4,5–6,9, а на светло-каштановых 6,8–8,0 высоты лесополосы.

В благоприятные по погодным условиям годы прибавка урожая сельскохозяйственных культур на полях под защитой противоэрозионных лесных полос была также значительна. На светло-каштановых почвах яровая пшеница в зоне, равной 16–17,5 высоты лесополосы, дала урожайность на 3,2 ц/га выше, чем на контроле, — 16,8 ц/га. На каштановых почвах прибавки урожайности составили: озимой ржи по пропашным — 7,5 ц/га, ярового ячменя — 10,2, яровой пшеницы — 4,9 ц/га. Защищенная зона здесь имела ширину, равную 6–13,5 высоты лесополосы. Как озимая, так и яровая пшеница в благоприятные годы на южных черноземах оказалась весьма отзывчива на лесную мелиорацию. Прибавка урожая здесь составила 17,3–23,3 % от контроля. Особенно сильно мелиоративное влияние противоэрозионных лесных полос на урожай проявилось в условиях острозасушливого 1979 г.

Во всех природных зонах Волгоградской области противоэрозионные лесные полосы положительно влияли на урожай сельскохозяйственных культур. Основное число полос имеет менее эффективную в мелиоративном отношении плотную конструкцию. Сравнительные данные исследований позволяют считать, что приданием лесным полосам оптимальных конструкций можно значительно повысить их эффективность: дальность влияния и величину прибавок урожая. Снижение урожайности зерновых культур наблюдалось у плотных лесных полос на расстоянии, примерно равном высоте лесной полосы.

Зона влияния лесных полос на урожай сена многолетних трав в подзоне каштановых почв составила вверх по склону 9, а вниз — до 14 высот лесополосы, прибавка урожая была 20–25 %. Урожай зерновых культур под защитой лесных полос повышался на расстоянии до 11 высот вверх и вниз по склону, прибавка составила 17–28 % по сравнению с незащищенным полем.

В условиях острозасушливого года наблюдалось возрастание относительных прибавок урожая в зоне влияния лесных полос с продвижением с севера на юг области. Так, если в подзоне обыкновенных черноземов средняя прибавка составляет 18 % урожая на контроле, то на темно-каштановых почвах она достигает 30, а на светло-каштановых — 37 %.

Исследования показали, что зоны существенного влияния стоко-регулирующих лесных полос на урожай сельскохозяйственных культур существенно различаются. Дальностью влияния мы считали расстояние от лесной полосы, на котором урожай сельскохозяйственной культуры выше, чем на контроле, на величину $НCP_{05}$ и более.

Анализ полученных данных позволил выделить три типа изменения урожая под влиянием лесных полос. Первый тип влияния наблюдается в том случае, когда направление вредоносного ветра и линии стока совпадают или близки. Дальность влияния полос в этом случае максимальная (7,2–18,8Н), а самый большой урожай – на некотором удалении от лесной полосы (обычно 5Н). Второй тип – при направлении вредоносного ветра под углом 30–60° к линии стока. Дальность влияния полосы уменьшается до 4,5–13,8Н, а максимальное значение урожая – у лесной полосы. Третий тип – при направлении вредоносного ветра перпендикулярно линии стока или вдоль лесной полосы. В этом случае достоверных прибавок урожая обычно не наблюдается, за исключением зон, непосредственно примыкающих к лесной полосе.

Но так как направление вредоносных ветров в разные годы неодинаково, дальность влияния одной и той же лесной полосы будет различной. Таким образом, разовые определения прибавок урожая не могут служить основанием для оценки влияния противозерозийных лесных полос.

Полосные насаждения на берегах балок крутизной 10–12° в зоне сухой степи эффективно защищают культурный травостой на расстоянии вверх по склону на 3,0–3,5, вниз – на 5,5–6,0 высот деревьев. Максимальные прибавки урожая наблюдается ниже лесных полос за счет использования зарегулированного поверхностного стока. В условиях Нижнего Поволжья законченные системы полосных лесных насаждений в балках, занимая 11–20 % их площади, способны эффективно защитить 37,9 % площади водосбора и 86,7 % площади самой балки. При ежегодных затратах на 1 га защищаемой площади 1,1–2,8 руб. балочные лесные насаждения обеспечивают ежегодную прибыль 6,5–14,8 руб/га мелиорируемой площади, или 58–266 руб/га лесных насаждений.

Оптимальная лесистость балок в сухостепных районах лежит в пределах 10,7–15,0 %. Лесные насаждения при этом обеспечивают зарегулирование 800–900 м³ стоковой воды на 1 га. С учетом сложившейся цены воды водорегулирующие функции оцениваются в 600–746 руб/га леса, или 40–70 руб. на 1 % лесистости в год.

Рекреационное использование защитных лесных насаждений, оцененное в методике И. В. Туркевича (1979) с учетом цены свободного времени, обеспечивает годовой эффект в Молдове 290 руб/га, в степи Украины – 220, в Нижнем Поволжье – 600 руб/га леса.

Лесные насаждения на склонах сокращают смыв почвы, кольматируют смытую почву. Экономическая оценка противозерозийной функции лесных насаждений на склонах при оптимальной лесистости в рассматриваемом регионе, рассчитанная по методике И. В. Туркевича, составляет 148 руб/га в год. Затраты на сокращение смыва почвы составляют 0,5–1,0 руб/м³, на кольматацию – 0,05–0,10 руб/м³.

6.6. ЛЕСНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ВОДНОЙ В ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНАХ СТРАНЫ

Системы защитных лесных насаждений на склонах благодаря большому снегонакоплению, сокращению сублимации и поверхностного стока повышают уровень грунтовых вод.

Большой подъем грунтовых вод наблюдается у опушек лесных массивов — 18 см, а под узкими лесополосами он достигает 135 см в год. В первой половине лета грунтовые воды становятся корневодоступными для сельскохозяйственных культур [33].

Пресные снеговые воды, поступая в почвогрунт, промывают его от солей, вытесняют высокоминерализованные грунтовые воды к центрам полей, формируя купола. В отдельных понижениях грунтовые воды выклиниваются на поверхность.

Противоэрозионный комплекс трансформирует в нужном для человека направлении антропогенные ландшафты. В таблице 6.16 для примера приведены некоторые показатели эффективности противоэрозионного комплекса в Сыртовом Заволжье (обыкновенные черноземы).

6.16. Эффективность противоэрозионного комплекса в Сыртовом Заволжье (1971–1984 гг.)

Показатель	Вид ландшафта			
	пастбище без лесной мелиорации	пашня без лесной мелиорации	пашня с противоэрозионным комплексом	эффект противоэрозионного комплекса
Запас воды в снеге, м ³ /га	1020	1110	1580	+470
Поверхностный сток, м ³ /га	570	200	90	—110
Впиталось в почву, м ³ /га	450	910	1490	+580
Смыв почвы, м ³ /га	0,15	0,89	0,35	—0,54
Среднегодовое увлажнение, %	49	100	163	+63
Усредненный выход биомассы с.х. продукции, тыс. корм. ед/га	0,6	2,2	3,1	+0,9
Прибавка урожая зерновых, ц/га	—	14,8	23,1	+8,3

Комплекс включает систему защитных лесных насаждений с оптимальными параметрами, совмещенных с земляными противоэрозионными гидросооружениями, а также предусматривает глубокую зяблевую вспашку поперек склона при противоэрозионной организации территории. За 14-летний период среднегодовой запас воды в снеге возрос на полях противоэрозионного комплекса по сравнению с открытыми полями на 47 мм, поверхностный сток сократился на 11, весенние запасы влаги в почве возросли на 58 мм, смыв почвы сокра-

тился в 2,5 раза, выход сухой биомассы возрос на 0,9 тыс. корм. ед., прибавка урожайности зерновых составила 8,3 ц/га.

По расчетам В. И. Панова, сделанным для р. Чапаевки Куйбышевской области, полное осуществление научно обоснованного комплекса агролесомелиоративных мероприятий на водосборе приведет к изменениям гидрологического режима (табл. 6.17).

6.17. Прогнозные изменения гидрологического режима р. Чапаевки под влиянием агролесомелиоративных мероприятий

Показатель	Параметры		
	существующие	преобразование комплекса	изменения, ±
Поступление осадков на водосбор, мм:			
твердых	90	140	+50
жидких	340	350	+10
всего	430	490	+60
Высота половодий над предвесенним уровнем, см/год:			
максимальная	803	530	-273
средняя	482	240	-242
минимальная	124	20	-104
Годовой слой стока, мм:			
1 %	188	140	-48
5 %	136	120	-16
25 %	80	70	-10
50 %	51	55	+4
75 %	30	45	+15
97 %	9,1	25	+25,9
99 %	5,4	15	+9,6
Трансформация речного стока, %:			
поверхностного	95	40-60	-35 + -55
подпиточно-почвенно-грунтового	5	60-40	+(35-55)
Сезонное распределение стока, %/мм:			
а) весна (III-V)			
многоводный сток	95,5/130	60/72	-35,5/-58
средний "	9,4/49	57/34	-38,4/-15
маловодный "	94,5/28	50/22,5	-44,5/-5,5
очень маловодный "	91,2/8	40/10	-51,2/+2
б) лето-осень (VI-XI)			
многоводный сток	3,5/5	25/25	+21,5/+20
средний "	3,4/2	30/18	+26,63/+16
маловодный "	4,1/1,3	39/17,6	+34,9/+16
очень маловодный "	6,9/0,7	50/12,5	+43,1/+11,8
в) зима (XII-II)			
многоводный сток	1,0/1,4	15/18	+14/+16,6
средний "	1,2/0,6	13/7,8	+11,8/+7,2
маловодный "	1,4/0,4	11/5,0	+9,6/+4,6
очень маловодный "	1,9/0,2	10/2,5	+8,1/+2,3

Система почвоводоохранных мероприятий на водосборах малых рек в степных районах Поволжья повысит сумму поступающих осадков на 60 мм. Это произойдет благодаря дополнительному выпадению осадков при верховых метелях и сокращению испарения и сублимации снега. Существенно уменьшится поверхностный и возрастет почвенно-грунтовый сток. Резко сократится весенний паводковый и возрастет меженный сток малых рек. Наиболее заметная трансформация речного стока произойдет в экстремальные по водности годы.

Прогноз изменения стока рек в бассейнах Волги, Дона и в Северном Казахстане под влиянием агролесомелиоративных мероприятий показывает, что даже при повсеместном преобладании глубокой зяблевой пахоты с комплексом противоэрозионных мероприятий, полном освоении всех удобных земель под сельскохозяйственные культуры, полном удовлетворении потребности сельского хозяйства в удобрениях, доведении лесистости полей до 10–12 % (или водосборов до 5–8 %), широком применении мер по снегозадержанию, охране и рациональном использовании лесных, водных и других природных богатств годовой сток как в ближайшее время, так и в перспективе существенно не изменится. Значительное снижение поверхностного стока в степной зоне под влиянием агротехнических мероприятий (на 40–60 %) и лесных полос (на 1–1,4 % на каждый процент лесистости поля) компенсируется увеличением грунтового стока на 20–100 %.

Уменьшение годового стока рек под влиянием агролесомелиораций к 2000 г. при обеспеченности 25 % составит по Волге (в створе Волгограда) 0,95 %, устье Дона – 0,59, устье Днепра – 1,31, устье Днестра – 0, устье Иртыша – 3 %. Более значительное сокращение стока произойдет в районах с глубоким залеганием грунтовых вод (более 10 м) и тяжелыми по механическому составу почвогрунтами, т. е. в зоне недостаточного увлажнения [4].

Системы лесных насаждений увеличивают влагозапасы к началу вегетации, снижают суммарное испарение с межполосных полей на 3–4% и тем самым не способствуют сокращению годового стока рек. Лишь при повсеместном доведении полезащитной лесистости до 6–10 % и осуществлении полного комплекса противоэрозионных мероприятий возможно некоторое сокращение годового стока из-за значительного возрастания продуктивного испарения.

Как отмечено выше, поверхностный сток талых и ливневых вод с сельскохозяйственных угодий достигает больших величин. С пашни и сенокосных пастбищ ежегодно теряется 80–100 км³ воды. При транспирационном коэффициенте 800–1200 этого количества воды достаточно для получения 70–120 млн т биомассы сельскохозяйственной продукции. Близкие по значению данные приводит и В. Д. Панников.

Он отмечает (со ссылкой на ВНИИГиМ), что задержание на полях лишь половины стекающих вод резко сократило бы разрушительную силу водной эрозии, вдвое уменьшило повторяемость засух и дало дополнительно стране 25–30 млн т яровых или 50–60 млн т озимых культур. Использование части поверхностного стока в балках на

полив сеяных трав позволило бы в 3–5 раз повысить современную продуктивность суходольных пастбищ.

Такая задача задержания поверхностного стока на полях вполне достижима лесомелиоративными методами. Оптимизированные системы защитных лесных насаждений способны стабильно регулировать поверхностный сток даже при вероятности 10 % превышения. При этом резко снизятся смыв почвы, потеря удобрений и загрязнение поверхностных вод, а меженные расходы воды в малых реках возрастут. Затраты на получение дополнительной сельскохозяйственной продукции с применением фитомелиорации в десятки и сотни раз ниже, чем при гидротехнических мелиорациях. Фитомелиорация практически не имеет негативных экологических последствий.

В лесомелиоративной защите по стране нуждается около 120 млн га пахотных угодий и 50 млн га суходольных пастбищ. С этой целью к 2000 г. необходимо создать около 5,5 млн га стокорегулирующих, 3,3 – приовражных и прибалочных лесных полос, около 7,5 млн га овражно-балочных насаждений.

7. ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ НА ПЛОДРОДИЕ СМЫТЫХ ПОЧВ

7.1. ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СМЫТЫХ ПОЧВ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Защитные лесонасаждения ослабляют разрушительное воздействие поверхностного стока на почвы, уменьшают транзитную миграцию твердых и растворенных веществ. Ранее уносимые в гидрографическую сеть гумусированные гранулометрические элементы аккумулируются в шлейфовой зоне лесных полос и под их пологом. Постепенно накапливается дополнительный материал для "наращивания" мощности исходных смытых почв в зоне влияния лесных полос, оптимизируются водный, биогенный и пищевой режимы почв, интенсифицируются элементарные почвенные процессы (гумификация и гумусонакопление, иллиммеризация, выщелачивание карбонатов и легкорастворимых солей и др.), которые объединяют вновь формирующиеся почвенные профили в единую систему взаимодействующих генетических горизонтов.

Связи осуществляются токами почвенных растворов, инфильтрующихся вод, физико-химическими реакциями обмена, гидролиза, замещения и др. Данные изменения закрепляются в морфологии почвенного покрова, в которой, как известно, отражаются генезис, история формирования и протекающие в почвах процессы (Розанов, 1975).

Так, исходные морфологические показатели светло-каштановых смытых почв юга Приволжской возвышенности в системе 30-летних стокорегулирующих лесных полос испытали ясно выраженную восходящую таксономическую трансформацию (табл. 7.1).

7.1. Изменение мощности генетических горизонтов смытых почв под влиянием 30–50-летних стокорегулирующих лесных полос плотной конструкции

Точка исследования	Индекс почв	Глубина нижней границы генетических горизонтов, см						Глубина, см			
		A + B ₁		B ₂		BC		вскипания от HCl		выделения видимых карбонатов	
		M ± m	V	M ± m	V	M ± m	V	M ± m	V	M ± m	V
ЛП	Кс	42 ± 1	18	60 ± 3	16	83 ± 2	13	65 ± 3	23	67 ± 4	26
	Кт	43 ± 2	22	59 ± 2	16	80 ± 2	13	58 ± 3	21	67 ± 3	17
	Чо	60 ± 1	6	78 ± 2	6	100 ± 1	3	64 ± 4	12	96 ± 4	10
ЛП–1Н	Кс	35 ± 3	28	53 ± 3	18	82 ± 2	8	60 ± 3	15	82 ± 4	14
	Кт	38 ± 1	21	54 ± 2	16	75 ± 2	12	52 ± 4	31	80 ± 5	30
	Чо	47 ± 1	8	66 ± 2	8	86 ± 1	4	53 ± 2	10	82 ± 2	6
1Н–2Н	Кс	26 ± 1	16	42 ± 2	14	70 ± 1	11	56 ± 2	22	62 ± 3	19
	Кт	32 ± 1	18	49 ± 1	16	69 ± 3	18	44 ± 3	23	51 ± 3	17
	Чо	51 ± 2	14	67 ± 3	14	90 ± 4	11	55 ± 2	12	88 ± 4	10
2Н–3Н	Кс	22 ± 1	12	39 ± 2	10	65 ± 1	8	51 ± 3	24	58 ± 3	17
	Кт	29 ± 2	25	45 ± 2	17	65 ± 2	11	42 ± 3	25	51 ± 3	24
	Чо	57 ± 2	12	75 ± 3	11	93 ± 2	7	59 ± 2	9	88 ± 2	7
3Н–4Н	Кс	19 ± 1	17	37 ± 3	8	59 ± 2	12	41 ± 6	47	49 ± 5	32
	Кт	27 ± 1	13	44 ± 2	11	64 ± 3	12	42 ± 3	20	50 ± 3	18
	Чо	59 ± 2	8	76 ± 3	9	95 ± 2	6	60 ± 3	13	86 ± 2	5
4Н–5Н	Кс	17 ± 1	13	34 ± 2	10	56 ± 2	13	32 ± 6	62	46 ± 3	20
	Кт	25 ± 1	16	43 ± 1	10	62 ± 2	10	41 ± 2	18	50 ± 3	16
	Чо	54 ± 2	7	72 ± 2	9	94 ± 3	6	55 ± 3	13	84 ± 2	6
5Н	Кс	16 ± 1	21	34 ± 1	12	55 ± 2	13	28 ± 4	63	44 ± 2	22
	Кт	22 ± 1	15	39 ± 1	12	58 ± 3	13	41 ± 3	22	50 ± 2	11
	Чо	52 ± 2	8	70 ± 3	8	92 ± 4	9	53 ± 2	8	83 ± 3	7

Примечания: Кс — светло-каштановые почвы, Кт — темно-каштановые, Чо — чернозем обыкновенный. V — коэффициент изменчивости, %.

Средне- и сильносмытые почвы, доминировавшие на склонах, в настоящее время распространены только за пределами 4–5Н (Н — высота лесонасаждений, равная 5 м) от лесных полос вверх и вниз по склону. Вдоль насаждений сформировались пояса или зоны активного педогенеза шириной около 50 м (20 + 20 + ширина лесной полосы), в пределах которых — самая большая мощность гумусовых горизонтов и в целом почвенного профиля под пологом лесных полос, а видовая принадлежность почв изменяется от маломощных до мощных. По мере

удаления от лесных полос сменяют друг друга пояса среднемощных, маломощных и в различной степени смытых почв.

Трансформация морфологических признаков темно-каштановых смытых почв правобережья Среднего Дона под влиянием противозрозийной лесомелиорации аналогична вышеописанной. Однако благоприятные биоклиматические условия зоны, а также более длительное мелиоративное воздействие (30–50 лет) способствовали заметному увеличению количественных показателей морфогенеза. Во всех точках исследований мощность гумусовых горизонтов здесь выше. Меньшая глубина вскипания в отличие от светло-каштановых почв вызвана преобладанием высококарбонатных почв суглинистого состава. Математически достоверная дальность мелиоративного влияния лесных полос на морфологию темно-каштановых смытых почв составляет $5H$ ($H = 7$ м) по обе стороны от насаждений, что на 10–15 м превышает ширину зоны их влияния на светло-каштановые почвы.

Характерными признаками защитных лесонасаждений на склонах каштановой зоны является образование лесной обстановки под их пологом и наличие подстилки мощностью 0,5–7,0 см. Последняя заметно, иногда резко переходит в первый гумусово-аккумулятивный горизонт мощностью 1,5–5,0 см с содержанием гумуса до 10 %. Далее вглубь по профилю располагается собственно гумусовый горизонт А, постепенно переходящий в иллювиальный горизонт B_1 , диагностируемый в полевых условиях интенсивной бурой или темно-бурой окраской.

Подготовка почвы под посадку лесных полос на склонах в каштановой зоне заключалась во вспашке на глубину до 30 см. При этом в пахотный горизонт на средне- и сильносмытых почвах, кроме верхних горизонтов А и B_1 , частично вовлекались лежащие ниже горизонты B_2 и ВС. За длительный период лесомелиорации пахотный слой приобрел гомогенную окраску и структуру верхнего гумусового горизонта А. Не вовлеченные в пахотный слой части горизонтов B_2 или ВС трансформировались в первый иллювиальный горизонт, а их исходные аналоги переместились вглубь по профилю, сформировавшись частично из почвообразующей породы.

Долговременные противозрозийные лесные насаждения оказывают также заметное влияние на морфологическое строение обыкновенных черноземов, которое изучалось в Куйбышевском Заволжье. Под пологом стокорегулирующих лесных полос здесь возросла мощность гумусовых горизонтов. Однако вблизи лесонасаждений (до $2H$) мощности этих горизонтов заметно уменьшаются.

Тщательная морфолого-аналитическая диагностика профиля данных почв выявила на глубине 30–70 см повышенное уплотнение, низкую общую порозность и порозность аэрации при естественной влажности, вертикальную трещиноватость, слабый холодный оттенок и низкую инфильтрационную способность иллювиального горизонта B_1 . Сумма названных признаков нередко появляется при орошении

черноземов и свидетельствует о начальном этапе их вторичной слитизации (Козловский, Шевелев и др., 1983).

Очевидно, аналогичная ситуация сложилась в зоне обыкновенных черноземов вблизи лесных полос плотной конструкции. Она вызвана продолжительной фазой весеннего анаэробнозиза из-за ежегодного избыточного водонасыщения почв после таяния обильных запасов снега в шлейфовых зонах. В таких условиях снижается продуктивность растительной биомассы, сокращается цикл ее гумификации, ускоряется минерализация гумуса, уменьшается мощность генетических горизонтов.

С целью ликвидации и профилактики отрицательных почвенных явлений вблизи лесных полос (слитизация, восстановительные условия, нисходящие миграции и удаление из профиля веществ и др.), кроме соблюдения зональных рекомендаций по лесоводству (конструкция, рядность, породный состав, ширина полос и межполосных полей), необходимо внесение навоза как наиболее материального и энергоемкого источника гумусообразования, введение в севообороты многолетних злаково-бобовых травосмесей, регулирование объемов водозадержания, внесение искусственных структурообразователей, глубокая основная обработка почвы.

В поясе удаленности от 2Н до 4Н от лесных полос мощности гумусовых горизонтов и почвенных профилей обыкновенного чернозема вновь возрастают и достигают наибольших для межполосного пространства величин. По мере движения от лесозащитных рубежей мощностные характеристики генетических горизонтов уменьшаются и на расстоянии 6–10Н стабилизируются на уровне контрольных значений. В зоне влияния лесных полос заметно понизились глубина вскипания и выделения видимых карбонатов.

Активные морфогенетические изменения происходят под влиянием противоэрозионных лесонасаждений в смытых почвах лесостепи, которая в почвенно-географическом отношении ближе к лесной зоне, чем к степной. Современное подавляющее безлесье зоны есть результат самой древней на Русской равнине ее освоенности человеком. Еще в недалеком историческом прошлом высокие и дренированные междуречные и межбалочные водоразделы были заняты островными широколиственными лесами из дуба, клена, ясеня, липы с густым злаково-разнотравным травостоем, а равнинные, более пониженные участки – степями.

Уничтожение лесов вызвало активное проявление процессов смыва и размыва почвы. Освободившиеся от полога лесов полнопрофильные серые лесные почвы в результате неумеренного выпаса скота, распашки вдоль склонов мелкоделяночных наделов при частном землепользовании потеряли часть своей мощности и постепенно превратились в смытые почвы. Наибольшие антропогенные нарушения почвенного покрова водной и овражной эрозией проявились в бывшей Орловской губернии. Поэтому здесь (впервые не только в Советской России, но и в мире) в 1923 г. была организована Новосильская опытно-

овражная станция, на которой началось планомерное изучение и внедрение способов борьбы с водной эрозией.

В первую очередь были выполнены лесовосстановительные работы на более крутых берегах гидрографической сети, где они, по свидетельству основателя и первого директора станции А. С. Козменко, носящей сейчас его имя, были почти сплошь расчленены "...промоинами и рвами различной величины", придававшими им остро-ребристо-зубчатый поперечный профиль. Здесь часто обнажались почвообразующие делювиальные суглинки, что говорило об отсутствии на берегах почвенного покрова или его наличии в весьма примитивной стадии развития. Система исходных генетических горизонтов, вероятно, имела вид АС-С или АВ-С.

За 50–60 лет на берегах гидрографической сети сформировались устойчивые насаждения средних бонитетов из дуба, тополя и березы. Гумусированный мелкозем, сносимый талыми и дождевыми водами с вышележащих участков склона, постепенно здесь оседал, что привело к образованию намытых почв с мощностью гумусовых горизонтов до 80 см. Импермацидный тип водного режима сменился периодически промывным. Под влиянием массивных дубовых насаждений 60-летнего возраста исходные сильноосмытые и примитивные почвы трансформировались на берегах юго-восточной экспозиции в слабосмытые и маломощные. Благодаря обилию в разлагающемся опаде зольных двухвалентных катионов, компенсирующих вынос кальций-гумусовых соединений при нисходящей миграции инфильтрующихся вод, гумусово-элювиальный горизонт A_1A_2 морфологически почти не выражен.

На берегах западной экспозиции под насаждениями из березы и тополя сформировались серые лесные полнопрофильные почвы с отчетливой элювиально-иллювиальной дифференциацией профиля. Гумусово-аккумулятивный горизонт A_1 имеет мощность 19–32 см, темную окраску, зернисто-комковатую структуру. Следующий за ним гумусово-элювиальный горизонт A_1A_2 с мощностью 22–43 см диагностируется, как и в плакорных почвах, пластинчатой структурой обильной белесой кремнеземистой присыпкой, придающей ему пепельно-серый цвет. Однако здесь отсутствует иллювиально-метаморфический горизонт BA_2 . Вместо него достаточно заметно выделяется более темный, чем ниже лежащий горизонт В, маломощный почвенный слой с ореховато-призмовидными отдельностями, покрытыми темно-бурой гумусово-минеральной пленкой. Очевидно, данный слой с течением времени постепенно трансформируется в типичный BA_2 горизонт.

Отмеченное обстоятельство затрудняет в настоящее время проведение четких идентификационных параллелей между описанными профилями с существующими классификационными ячейками, что вызвано традиционным ориентированием последних на почвы, находящиеся в состоянии стационарного равновесия с условиями почвообразования, т. е. на зрелые почвы.

На лесомелиорированных берегах суходолов заметно изменился

микро- и мезорельеф. Сгладились острые водораздельные зубцы и ребра промоин, рытвин, оврагов, уменьшилась их глубина, рельеф приобрел более мягкие очертания. Лесонасаждения наряду с почвообразовательными процессами обладают заметными рельефообразующими функциями.

Одновременно с лесомелиорацией берегов гидрографической сети на Новосильской станции проводились работы по созданию на присетевых склонах системы контурных стокорегулирующих лесных полос из дуба черешчатого. Защитная высота насаждений составляет сейчас 14–18 м, ширина 10–12, межполосные расстояния 100–150 м. Исходные почвы были сильноосмытыми, а в нижней части склонов находились бросовые земли, лишенные "верхнего почвенного горизонта" (Козменко, 1937). Спустя 20 лет (1946 г.) в результате повторного почвенного обследования, выполненного Е. А. Янкевич, установлено увеличение мощности первого горизонта A_1 в средней части склона на 10, в нижней, наиболее смытой, – на 4–5 см. Соответственно скорость почвообразования равнялась при этом 5,0 и 2,3 мм/год.

Новое почвенное обследование, проведенное автором на склоне с контурными лесными полосами в 1981 г., показало, что мощность первого гумусового горизонта A_1 по сравнению с предыдущим этапом, т. е. за 35 лет, увеличилась всего на 5–6 см. Скорость почвообразования при этом составляла 1,4–1,7 мм/год. Вместе с тем в почвенном профиле появился ранее не отмечавшийся новый иллювиально-метаморфический горизонт BA_1 , имеющий темно-бурую окраску, ореховатую структуру, на гранях отдельностей – интенсивные гляцевитые кутаны из гумусово-минеральных коллоидов. Скорость формирования горизонта очень высокая, в средней части склона она составила 11,1, в нижней – 7,1 мм/год (табл. 7.2).

Появление в почвенном профиле иллювиально-метаморфического горизонта BA_1 во второй мелиоративный период (1946–1981 гг.) было вызвано тем, что в предшествовавшие ему 20 лет произошла постепенная смена импермацидного типа водного режима исходных безлесных сильноосмытых почв пермацидным. Во влажные периоды неполно усредненные гуматы кальция, постоянно присутствующие в серых лесных почвах в том или ином количестве (Глазовская, 1981), частично переходят в растворимое состояние, мигрируют с нисходящими токами воды в нижележащие горизонты, где выпадают в осадок в виде темных налетов на гранях структурных отдельностей [36]. Вместе с гумусированными веществами в миграционном потоке перемещаются глинистые суспензии, которые адсорбируются на поверхности педов, в трещинах, порах, межагрегатных полостях, образуя кутаны в виде натексов ориентированной глины. Происходит постепенное обеднение элювиальных горизонтов вследствие того, что наиболее высокодисперсные глинистые минералы (монтмориллонит) накапливаются в иллювиальных горизонтах (Соколова, 1985). В результате формируется вышеописанный иллювиально-метаморфический горизонт BA_1 , отсутствовавший в почвенных профилях домелиоративного периода.

7.2. Трансформация мощности генетических горизонтов серых лесных смытых почв под влиянием контурных стокорегулирующих лесных полос

Местоположение на склоне	Генетические горизонты					
	A _д	A ₁	BA ₁	B ₁	B ₂	BC
	Глубина нижней границы, см					

Исходное состояние — 1926 г.

Средняя часть	4	15	—	—	—	—
Нижняя часть	3	12	—	—	—	—
То же	2	7	—	—	—	—

1946 г.

Средняя часть	5	25	—	50	75	110
Нижняя часть	4	16	—	35	85	103
То же	3	12	—	25	40	65

1981 г.

Средняя часть						
ЛП	6	33	66	84	111	139
1Н	5	28	63	80	101	130
Нижняя часть						
2Н	5	24	45	63	97	125
3Н	4	19	37	55	78	105
4Н	3	17	31	53	76	96

Нужно отметить, что в описанных почвах отсутствует типичный для серых лесных полнопрофильных почв гумусово-элювиальный горизонт A₁A₂. Согласно правилу генетического сопряжения между почвенными горизонтами, это, очевидно, явилось причиной отсутствия в почвенных профилях следующего за A₁A₂ иллювиально-метаморфического горизонта BA₂, вместо которого присутствует его "пробраз" BA₁.

В системе контурных стокорегулирующих лесных полос наибольшие мощности гумусовых горизонтов и в целом почвенных профилей выявлены под пологом лесонасаждений. По мере удаления от них эти мощности постепенно уменьшаются и на расстоянии 4–5 высот, равном половине межполосного пространства, стабилизируются на уровне значений, свойственных маломощным и слабосмытым видам. Следовательно, почвенное плодородие исходных сильносмытых и размытых почв восстановилось на всей лесомелиорированной площади склона.

Заметные изменения морфологических признаков произошли в серых лесных смытых почвах под влиянием 55-летних стокорегулирующих лесных полос ажурной конструкции из березы с примесью ели. Защитная высота древостоя 18–20, ширина полос 10–12 м.

Мощность гумусового горизонта A_1 в почвах лесных полос возросла на 4 см, на расстоянии 1Н осталась прежней, 2Н – возросла на 2 см, 3Н – на 3, 4Н – на 2, 5Н – на 1 см. В поясе удаленности более 5Н прирост мощности отсутствует. Расчетная скорость почвообразования в лесных полосах – 0,7 мм/год, в поясе до 5Н – 0,3 мм/год. Мощность нижележащего горизонта BA_1 увеличилась в лесных полосах на 11 см, в поясе до 5Н – на 5,4 см. Увеличение мощностей горизонтов В и ВС в указанных точках соответственно равно 16 и 2,6 см, 22 и 6 см, а скорость почвообразования составила 2,0 и 4,0 мм/год, 1,0 и 1,1 мм/год.

Как видно из приведенных данных, рост мощностей горизонтов и скорости почвообразования возрастают с глубиной, что является следствием активно протекающих в почвах процессов иллювирувания.

В профиле почв лесных полос и в поясе до 1Н нередко присутствует и гумусово-элювиальный горизонт A_1A_2 с частыми налетами на гранях отдельностей белесой кремнеземистой присыпки. Согласно М. А. Глазовской (1981), доля аморфного кремнезема в составе присыпки незначительна. Преобладают в ней отмытые от гумусовых веществ и окислов железа зерна кварца и полевых шпатов.

На Новосильской опытно-овражной станции в 1932 г. были созданы вдоль горизонталей на склонах крутизной 3–4° лесные полосы плотной конструкции шириной 100–120 м. По замыслу их создателей они должны были выполнять роль "водопоглощающих полос-губок" "... для полной или почти полной непромерзаемости почвы зимой в целях усиления последующего поглощения ею полой воды" (Козменко, 1937). Защитная высота древостоя 20 м, главные породы – береза, липа, ель, сосна. В насаждениях хорошо развит подрост из клена остролистного, ели, липы и подлесок из рябины, акации желтой, лещины. Под пологом сформировалась типичная для смешанных лесов обстановка (значительный ветровал, наличие сухостоя, сплошная подстилка мощностью 2–4 см, сомкнутость крон 0,9–1,0).

Данные таблицы 7.3 показывают, что как под пологом лесных полос, так и в поясе их влияния до 5Н произошло заметное увеличение мощности почвенных горизонтов. Порядок величин этих изменений аналогичен вышеописанному. Широкие полосы формируют в почвах более протяженный "элювиальный шлейф", т. е. чаще встречается гумусово-элювиальный горизонт A_1A_2 как в лесонасаждениях, так и вне их.

Наряду с перечисленными лесомелиоративными приемами защиты почв от водной эрозии на нижних отрезках присетевых склонов, где был "...полный снос всей почвы и даже подстилающих пород" (Козменко, 1937) около 60 лет назад созданы лесолуговые клетки в виде замкнутых квадратов с длинной стороны 80–100 м, окаймленные узкорядными лесными полосами из сосны, ели, березы. Защитная высота древостоя 19–20 м. За короткий период здесь произошла интенсивная положительная трансформация исходных смытых почв, возродился природный лесолуговой биогеоценоз. Если исходная

7.3. Изменение мощности генетических горизонтов серых лесных почв в зоне влияния широких стокорегулирующих лесных полос

Точка исследования	Глубина нижней границы генетических горизонтов, см											
	A _д		A ₁		A ₁ A ₂		BA ₁₍₂₎		B		BC	
	M ± m	V	M ± m	V	M ± m	V	M ± m	V	M ± m	V	M ± m	V
ЛП	4 ± 0,4	20	29 ± 1	8	38 ± 2	8	51 ± 2	7	70 ± 2	5	90 ± 4	10
ЛП — 0,5Н	5 ± 0,3	12	23 ± 2	14	40 ± 2	8	46 ± 5	19	56 ± 4	15	85 ± 5	11
0,5Н — 1Н	5 ± 0,3	12	26 ± 1	10	42 ± 2	9	51 ± 3	11	60 ± 5	17	81 ± 3	8
1Н — 2Н	4 ± 0,2	12	27 ± 1	11	—	—	45 ± 1	5	59 ± 3	11	76 ± 3	7
2Н — 3Н	5 ± 0,3	13	28 ± 1	9	—	—	47 ± 2	6	63 ± 4	16	74 ± 4	10
3Н — 4Н	5 ± 0,6	29	26 ± 1	9	34 ± 2	9	46 ± 2	9	60 ± 5	18	70 ± 3	9
4Н — 5Н	5 ± 0,3	10	25 ± 1	8	32 ± 1	4	46 ± 3	11	58 ± 3	8	69 ± 3	8
Более 5Н	3 ± 0,3	10	24 ± 1	9	—	—	43 ± 2	9	55 ± 2	7	68 ± 3	8

система генетических горизонтов состояла из A, A₁, B и C, а их мощности были равны 2, 7, 10 см, то в 1981 г. система горизонтов имела вид A, A₁A₂, BA₂, B, C, а мощности соответственно составили 5, 18, 14, 22 см.

Подобный морфогенетический эффект обусловлен тем, что в замкнутом пространстве лесолуговых клеток были созданы благоприятные условия для увеличения водопоглощения почв, полной аккумуляции гумусированного мелкозема, поступающего с вышележащих участков склона. Улучшился видовой состав травостоя и повысилась его урожайность. Гумусное состояние верхних почвенных горизонтов приблизилось к его эталонным значениям. Расчетная скорость почвообразования в лесолуговых клетках составляет 5,7 мм/год.

Анализ влияния противоэрозионных насаждений на серые лесные смытые почвы показал, что в большинстве случаев имеет место отчетливая дифференциация почвенных профилей по элювиально-иллювиальному типу. Это вызвано кислой реакцией почвенного раствора (рН_{KCl} 4–5), в условиях которой происходит медленный гидролиз гумусово-минеральной части почвы, оподзоливание, миграция из почвенных профилей подвижных соединений и их исключение из биологического круговорота. Для предотвращения негативных явлений в лесомелиорированных почвах необходимо снижение их кислотности до слабой и нейтральной (особенно на берегах суходолов и присетевых склонов северных экспозиций) путем внесения химических мелиорантов. Для повышения в почве содержания гумуса и органического азота следует вносить навоз и высевать высокоурожайные злаково-бобовые травосмеси (кострец безостый, овсяницу луговую, клевер луговой, люцерну гибридную и др.).

7.2. ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ИНФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СМЫТЫХ ПОЧВ

Изучение гранулометрического состава смытых каштановых почв на лесомелиорированных склонах показало наличие отчетливых изменений в соотношении фракций. Эти изменения прослеживаются на расстояние от лесных полос, установленное выше по морфолого-генетическим показателям.

Анализ распределения гранулометрических элементов в слоях 0–30 и 30–50 см каштановых почв показал, что лесные полосы на склонах представляют собой ощутимый барьер на пути твердых взвесей, транспортируемых поверхностным стоком. Этот вопрос изучен на примере двух почвенных трансект через стокорегулирующие лесные полосы посадки 1948 г. плотной конструкции с близким породным составом на склонах, крутизной 3,5–4,0°. В светло-каштановой подзоне экспозиция восточная, в темно-каштановой – северо-восточная.

Выявлено, что уже на расстоянии 3–4Н (15–20 м) от лесных полос вверх по склону в слое 0–30 см светло-каштановых смытых почв увеличивается содержание мелкой пыли. Ближе к лесной полосе (2Н) в этом слое доминирует фракция ила (18 %). Однако под пологом лесной полосы его количество минимальное (8,4 %). Ниже по склону содержание ила постепенно возрастает и в точке удаленности от лесной полосы 5Н (25 м) достигает величины, зафиксированной на таком же удалении, но вниз по склону. В распределении ила отмечается более выраженный динамизм (рис. 7.1).

Довольно близкие показатели величин твердых фракций в начальной и конечной точках трансект дает основание наряду с другими оценочными показателями идентифицировать заключенные между ними почвенные разности как развившиеся из одного элементарного почвенного ареала (ЭПА) или генетически очень близких ЭПА (средне- и сильносмытых почв). Относясь к одной и той же гранулометрической градации (супесь), почвы в домелиоративный период имели довольно близкое содержание диагностирующей фракции (разница составляла 1–2 %), т. е. если мысленно соединить точки их равных значений на концах трансект, то получим прямую или близкую к ней линию, правый и левый отрезки которой симметричны. Это дает возможность определить в чистом виде уровень и масштаб всей последующей (мелиоративной) изменчивости количественных соотношений фракций в зоне влияния стокорегулирующей лесной полосы.

Стокорегулирующие лесные полосы, став составной частью природно-антропогенной геосистемы, функционирование которой обусловлено транзитной миграцией и потерей части вещества и энергии, ослабили ранее господствовавшие на склонах водно-эрозионные процессы, снизили степень открытости геосистемы, придали ей новые качества. В механизме приобретения последних значительную роль

играют снежные шлейфы, формируемые лесонасаждениями как вверх, так и вниз по склону. Перехватывая талые воды с вышележащих участков склона и пропуская их через себя, шлейфы выполняют роль фильтра, в котором оседают высокодисперсные частицы. В лесную полосу водный поток входит сильно обедненный ими, чем и объясняется минимальное содержание илистых частиц в верхнем почвенном слое.

Обеднение илом верхней части почвенных профилей под пологом насаждений вызвано не только изменчивостью гидравлических параметров поверхностного стока на подступах к лесным полосам, но также биохимическим и биомеханическим воздействием на почвенный субстрат лесного сообщества и продуктов его жизнедеятельности. Илистая фракция в большей степени подвержена такому воздействию. Разрушается кристаллическая решетка высокодисперсных минералов, слагающих фракцию (гидролюда, монтмориллонит, смешаннослоистые и др.). За счет повышения гидратации еще более диспергированных механических частичек активизируется их коллоидальное состояние, создаются благоприятные условия для глубокогопрофильного лессивирования (суспензионный перенос), которое в легких почвах при больших объемах инфильтрующейся воды может достигать глубины 100–120 см (Золотарева, 1982).

Вследствие описанного выше активного морфогенеза почв в системе противоэрозионных лесонасаждений естественно ожидать, что их инфильтрационные свойства также претерпевают определенные изменения. Применительно к лесонасаждениям названные свойства широко освещены в научной литературе (Боровинская, 1963; Вадюнина, 1970; Полезащитное лесоразведение, 1971) и практически отсутствуют сведения об изменении инфильтрационной водопроницаемости почв в зонах их влияния.

Водопроницаемость почв изучалась в 6-кратной повторности согласно модифицированному нами методу налива воды в кольца по Нестерову под пологом лесных полос и на расстоянии от них 1Н, 2Н, 3Н, 4Н и 5Н вверх и вниз по склону с поверхности и глубины подпахотного или кровли карбонатного горизонта. Во всех опытах температура поливной воды приводилась к уровню 10 °С.

В светло-каштановых почвах максимальные скорости инфильтрации и расхода воды наблюдались под пологом лесонасаждений (рис. 7.2). Скорость впитывания с поверхности за первый час составила 3,6 мм/мин, а суммарный расход воды был равен 2160 мм/га. Высокие расходы воды сохраняются и в последующие часы. Равномерная водопроницаемость устанавливается примерно через 5 ч и сохраняется на уровне 1,7–1,8 мм/мин.

В поясе удаленности от лесополосы до двух ее высот (12 м) водопроницаемость хотя и снижается, но еще достаточно высокая. Водопоглощение среднекаштановых среднесмытых почв с естественными травами, в отличие от предыдущего фона, заметно ниже. Близкими к нему, но меньшими значениями характеризуются среднесмытые почвы

Падение склона
→

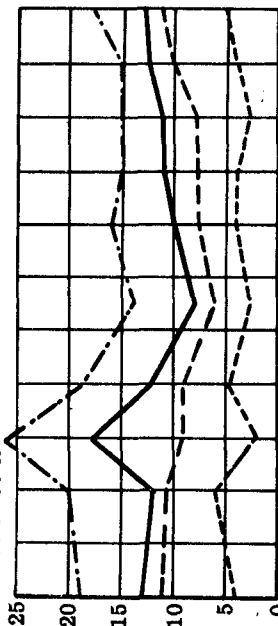
--- 0,05—0,01 мм

--- 0,005—0,001 мм

--- 0,001 мм

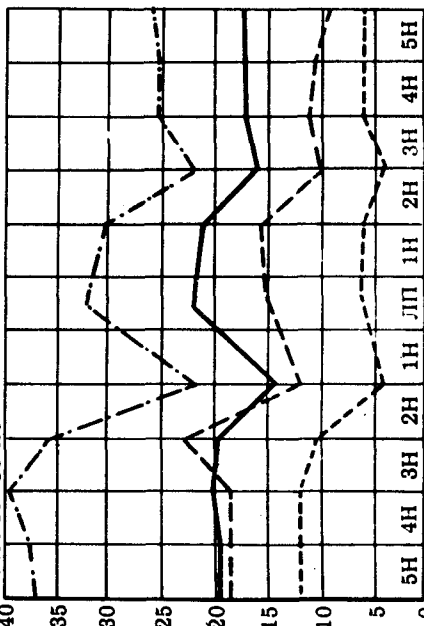
--- 0,01 мм

В слое 0—30 см



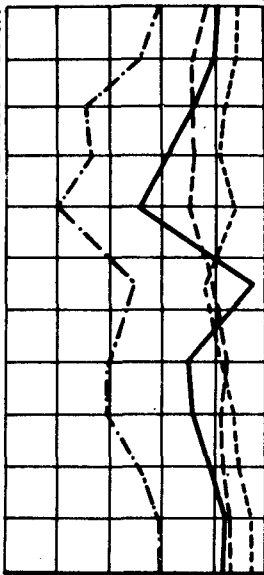
а

В слое 30—50 см



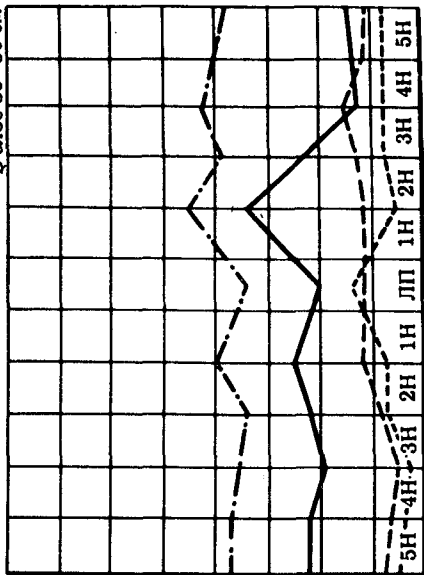
б

В слое 0—30 см



в

В слое 30—50 см



г

в поясе удаленности 2–4Н (12–24 м) от лесной полосы. Здесь равномерный расход воды устанавливается через 3 ч, он равен 0,7 мм/мин. Самая низкая водопроницаемость с поверхности светло-каштановой почвы отмечена на сеяных многолетних травах, где фильтрация устанавливается также через 3 ч, но равна 0,4 мм/мин.

На глубине подпахотных горизонтов (0,3 м) отмечена та же особенность инфильтрационных свойств, т. е. повышение скорости водопоглощения почв под пологом лесных полос. Фильтрация устанавливается на 4-м часу опыта и равна 0,7 мм/мин, что значительно ниже, чем с поверхности. В поясе удаленности до двух высот водопроницаемость заметно снижается. В среднесмытых почвах под естественными и сеяными многолетними травами она практически одинакова, хотя и продолжает уменьшаться, а в сильносмытых почвах с многолетними травами за пределами влияния на почвы лесной полосы водопроницаемость минимальная.

Влияние 50-летних противоэрозионных лесонасаждений на инфильтрационные свойства исходных темно-каштановых средне- и сильносмытых тяжелосуглинистых почв изучалось на Клетском опорном пункте ВНИАЛМИ в правобережье Среднего Дона. Опытным объектом служила дубовая лесная полоса плотной конструкции. Высота лесонасаждения 7, ширина 15 м, сомкнутость крон 0,8 (рис. 7.3).

Скорости впитывания и фильтрации заметно различаются в зависимости от местоположения точек относительно лесонасаждения. За весь период наблюдений наибольшая скорость водопоглощения с поверхности отмечена в поясе удаленности до 1Н. Под пологом лесной полосы она несколько меньше и по мере удаления от насаждения постепенно снижается.

Следует сказать, что при переходе к поясам удаленности от лесонасаждений, равным 3Н – 5Н, замечен скачок в уменьшении скорости водопоглощения. Наименьшие значения свойственны темно-каштановой среднесмытой почве в поясе удаленности 4Н – 5Н (28–35 м). Разница между крайними показателями инфильтрации в зоне влияния лесонасаждения составляет 0,45 мм/мин.

С глубины подпахотного горизонта различия в скорости водопоглощения сохраняются. Правда, наибольшие значения отмечены в почвах лесной полосы, с удалением от нее инфильтрация постепенно снижается, но без заметных пульсаций. Под пологом лесной полосы она равна 0,10, на удалении 5Н – 0,02 мм/мин.

Изменение водопроницаемости обыкновенных черноземов тяжелосуглинистых под влиянием 30-летних противоэрозионных лесонасаждений изучалось в Куйбышевском Заволжье на Поволжской агролесомелиоративной станции (рис. 7.4). Система насаждений здесь создана в

Рис. 7.1. Дифференциация гранулометрических элементов в профиле светло-каштановых (а и б) и темно-каштановых (в и г) почв в зоне влияния стокорегулирующих ЛП

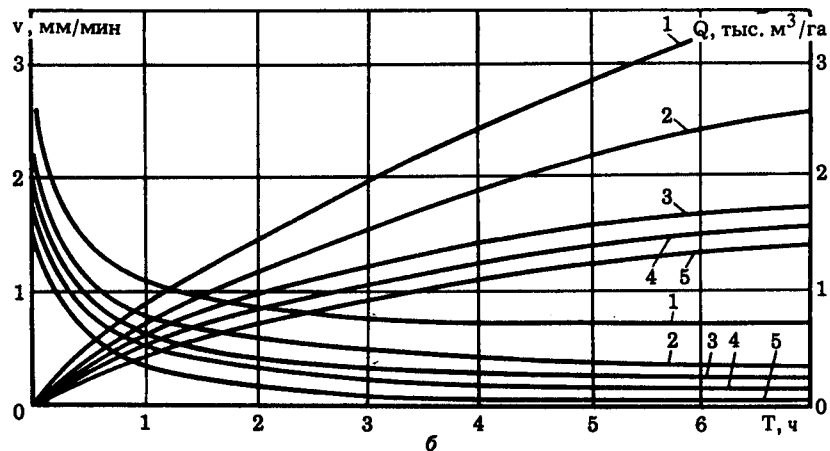
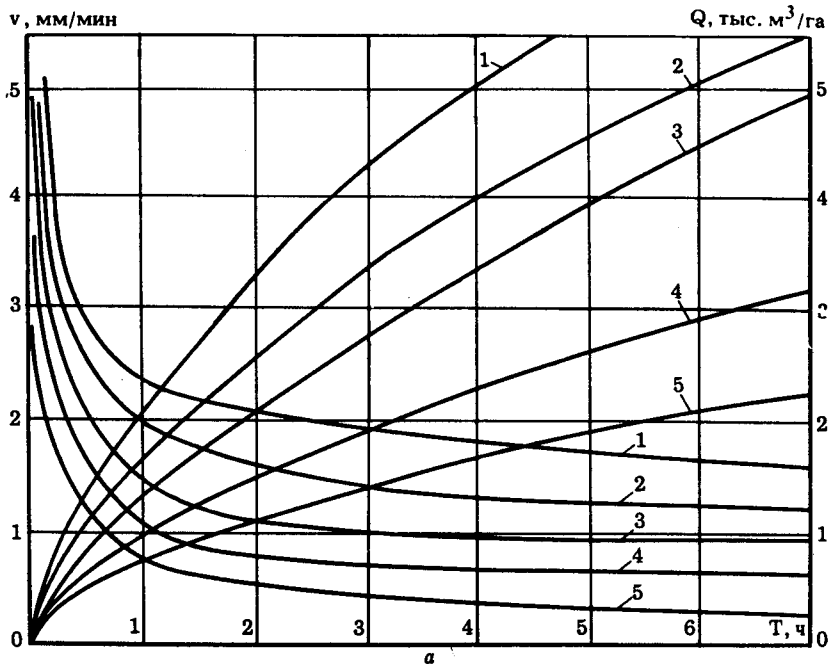


Рис. 7.2. Скорость инфильтрации v и суммарный расход воды Q в светло-каштановых почвах юга Приволжской возвышенности при поливе напуском с поверхности (а) и глубины 0,3 м (б):

1 — ЛПИ; 2 — в поясе удаленности от ЛПИ до 2Н; 3 — естественный травостой; 4 — в поясе удаленности от ЛПИ 2Н—4Н; 5 — сеяные многолетние травы

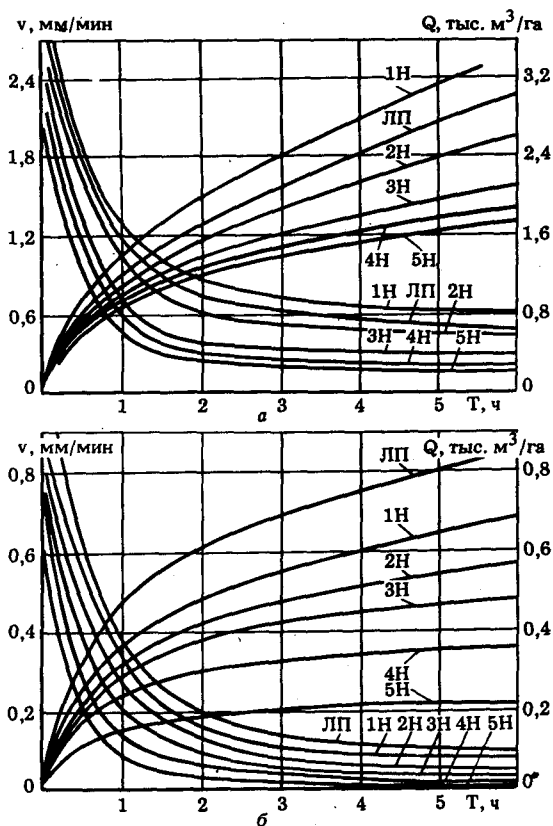


Рис. 7.3. Скорость инфильтрации v и суммарный расход воды Q в темно-каштановых почвах правобережья Среднего Дона в зоне влияния стокорегулирующих лесных полос при поливе напуском с поверхности (а) и глубины 0,3 м (б)

начале 50-х годов; основные породы – клен остролистный, ясень зеленый, лиственница сибирская, береза. Высота древостоя 12–14 м, сомкнутость крон 1,0. Здесь в наибольшей степени проявилось дифференцирующее влияние опосредованных мелиорацией свойств почвенного покрова на водопроницаемость. Прослеживается тесная положительная связь водопроницаемости с мощностью гумусовых горизонтов почв на различном удалении от лесных полос. Так, максимальным значениям мощностей горизонтов А + В₁ под пологом лесных полос и в точках 3Н и 4Н (58–62 см) соответствует высокое водопоглощение, равное 0,3–0,5 мм/мин. В точке 1Н, где мощность горизонтов всего 48 см, а почва более уплотнена, скорость инфильтрации снижается до 0,14 мм/мин.

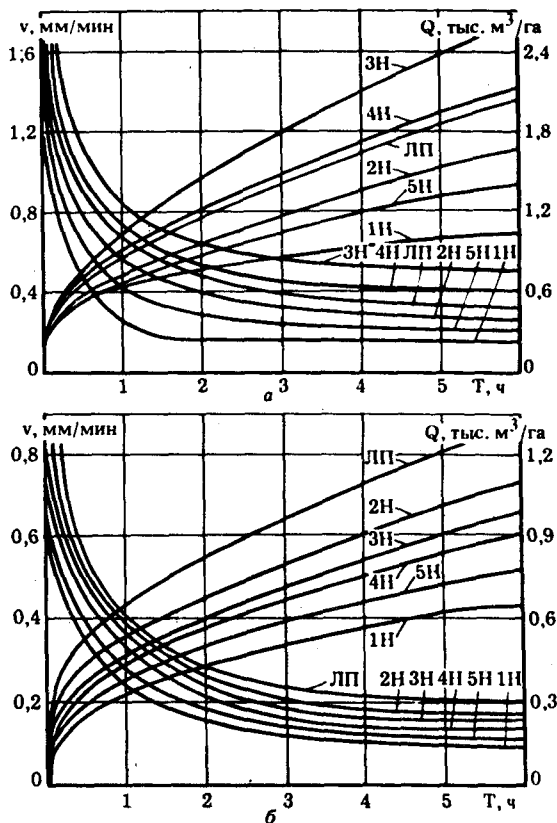


Рис. 7.4. Скорость инфильтрации v и суммарный расход воды Q в обыкновенных черноземах Куйбышевского Заволжья в зоне влияния стокорегулирующих лесных полос при поливе напуском с поверхности (а) и глубины 0,5 м (б)

Показатели впитывания и фильтрации с кровли иллювиальных карбонатных горизонтов почти в два раза ниже, а отмеченный порядок их изменений по сравнению с водопоглощением с поверхности почв несколько нарушается тем, что пояс максимальной инфильтрации переместился под полог лесных полос. Далее с почти равномерно понижающимися ее величинами следуют пояса удаленности 2Н, 3Н, 4Н. Самые низкие значения водопоглощения, как и при поливе с поверхности, наблюдаются на расстояниях 5Н и 1Н от лесонасаждений.

Изучены также инфильтрационные свойства обыкновенных черноземов смытых на одной из овражно-балочных систем Куйбышевского Заволжья, где 10 лет назад был внедрен противозрозионный гидросолуговой комплекс (табл. 7.4). Почвы террасированных склонов с улучшенным естественным травостоем имеют самые высокие показате-

7.4. Водопроницаемость фитомелиорированных обыкновенных черноземов смытых

Положение прибора	Водопроницаемость (мм/мин) при продолжительности (ч)						Суммарное водопоглощение, тыс. м ³ /га
	1	2	3	4	5	6	
<i>Естественный травостой террасированного склона</i>							
I	1,6	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	3,6
II	1,2	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	1,8
<i>Стокорегулирующая лесная полоса</i>							
I	1,2	0,6	0,5	0,45	0,4	0,4	2,1
II	1,0	0,35	0,3	0,25	0,25	0,25	1,4
<i>Прибалочная лесная полоса</i>							
I	1,0	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	1,6
II	0,8	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	1,1
<i>Полотно террасы с лиственницей</i>							
I	0,7	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	1,1
II	0,6	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,8
<i>Сеяные многолетние травы</i>							
I	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5
II	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,3

Примечание. I — на поверхности, II — на глубине 0,5 м.

тели впитывания и фильтрации с поверхности и самые низкие — с глубины уплотненных иллювиальных карбонатных горизонтов.

В лучших по инфильтрации условиях находятся почвы под пологом стокорегулирующей лесной полосы. Из-за высокой смытости под пологом молодой прибалочной лесной полосы и отсутствия на полотне террасы верхних гумусовых горизонтов водопроницаемость почв здесь низкая.

Сеяные многолетние травы на склонах создают инверсию плотностей в почвенном профиле, при которой верхний дерновый горизонт оказывается более плотным, чем нижележащий. Это сказалось и на инфильтрационных свойствах, которые здесь весьма неблагоприятные.

Выявлена отчетливая дифференциация скорости инфильтрации в серых лесных почвах в зоне влияния противозрозионных лесонасаждений Центральной лесостепи. Исследования проводились в системе 55-летних лесных полос Новосильской агролесомелиоративной опытной станции (рис. 7.5). Главные породы представлены березой, дубом, елью, сосной, лиственницей, тополем. Высота насаждений колеблется от 14 до 24 м, сомкнутость крон от 0,8 до 1,0. Как и в предыдущих

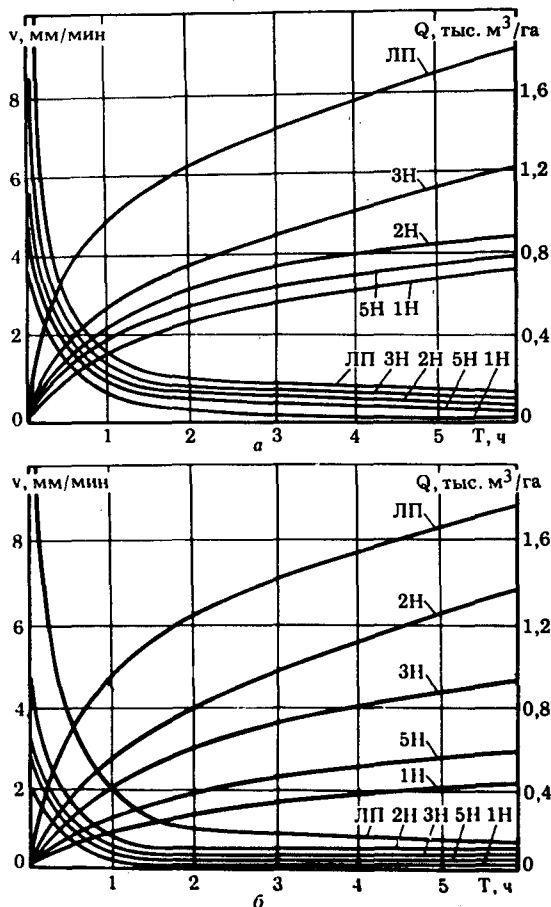


Рис. 7.5. Скорость инфильтрация v и суммарный расход воды Q в серых лесных почвах Центральной лесостепи в зоне влияния стокорегулирующей лесной полосы при поливе напуском с поверхности выше (а) и ниже (б) по склону

почвенных зонах, в лесостепи высокое водопоглощение наблюдается под пологом лесных полос.

В конце первого часа скорость впитывания была 1,7–2,0, а в фазе установившегося расхода воды 0,6–0,7 мм/мин. Происшедшие за лесомелиоративный период изменения в морфологии серых лесных смытых почв отразились на скорости инфильтрации, повышенные значения которой свойственны почвам с полноценными гумусово-аккумулятивными горизонтами в поясах удаленности от лесных полос 2–3Н.

Вблизи лесных полос (18–20 м) инфильтрация наименьшая, что связано с высокой уплотненностью почв.

Наряду с этим в почвах выше по склону от лесонасаждений водопоглощение на 0,1–0,6 мм/мин больше, чем ниже по склону, что вызвано аккумуляцией гумусированного и более оструктуренного почвенного материала, приносимого с вышележащих частей склона. Ниже лесной полосы, где мощность горизонтов растет благодаря иллювиальным процессам, способствующим уплотнению почв, водопроницаемость меньше.

Старовозрастные противозрозионные лесонасаждения формируют на склонах специфические по почвенным условиям зоны влияния, в пределах которых создается система микропоясов с дифференцированным водопоглощением.

7.3. ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СМЫТЫХ ПОЧВ

Системы долговременных защитных лесонасаждений на склонах снижают поверхностный сток талых и дождевых вод, способствуют систематическому и повышенному увлажнению, увеличению мощности и водопроницаемости смытых почв. Происходит формирование вдоль лесных полос поясов трансформированных почв с дифференцированными химическими свойствами. Наиболее заметной и характерной особенностью данного процесса является интенсивное гумусонакопление в почвах под пологом лесонасаждений. Гумусовый профиль в них в отличие от эталонной почвы заметно растянут, нижележащие горизонты более гумусированы.

Определенную трансформацию претерпевает почвенно-поглощающий комплекс (ППК) смытых почв. Он четко отражает ход почвообразовательных процессов в границах поясов различной удаленности от линейных лесонасаждений. В светло-каштановых лесомелиорированных почвах доминирующим катионом ППК верхних горизонтов является Ca^{2+} , чему способствует его повышенное содержание в зольном составе древесного опада стокорегулирующих лесных полос, равное 2–4,5 % веса сухого вещества, или около 25 % всей золы (Кузьменкова, 1960). Биологический круговорот органического вещества, возвращаемого ежегодно на поверхность светло-каштановых почв в лесных полосах в виде опада, составляет 3–5 т/га. Около 10–15 % его выносятся ветром и оседает вблизи насаждений, создавая дополнительный источник гумусообразования и повышения доли обменного кальция в ППК почв.

В иллювиальных горизонтах обменные катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} представлены примерно в равных количествах, что объясняется иллювированием гумусово-монтмориллонитовых коллоидно-дисперсных веществ, насыщенных магнием.

В количественных соотношениях двухвалентных катионов ППК проявляется генетическая особенность почвообразовательного про-

цесса в лесомелиорированных смытых почвах. Под пологом лесных полос и вблизи них отношение $\text{Ca} : \text{Mg}$ равно 2,3–3,1, а вне зоны их влияния на почвенный покров и в почве-эталоны – 1,0–1,4.

По мере удаления от лесных полос в почвах снижается содержание гумуса, а также доля участия в ППК обменного кальция. Низкое содержание обменного натрия говорит об отсутствии солонцеватости. Содержание валовых форм азота и фосфора, подвижных элементов питания подчиняется той же закономерности, свойственной гумусу и обменным основаниям.

Длительное ежегодное промачивание талыми водами почвенной толщи в зоне влияния лесонасаждений вызывает выщелачивание карбонатов и их миграцию вниз по профилю. Под пологом лесных полос видимые карбонатные новообразования появляются с глубины более 50 см. С удалением от насаждений верхняя граница карбонатной "белоглазки" и пропитки постепенно приближается к поверхности, а содержание углекислых солей кальция возрастает в 1,3–2,7 раза. Слабое подкисление почвенных растворов в лесных полосах и вблизи них, понижение линий вскипания и горизонтов максимального скопления карбонатов является сильным мелиорирующим фактором роста и развития культурных агроценозов на склонах полупустыни.

На расстоянии более 4Н от лесных полос устанавливается низкий уровень показателей основных диагностических свойств, соответствующий фоновым средне- и сильносмытым почвам. По сравнению с почвоулучшенным поясом (ПП – 4Н) содержание гумуса здесь уменьшается в 1,4–8,4 раза, валового азота – в 1,2–7,0 раз, подвижных элементов питания – в 1,3–2,4 раза и т. д. (табл. 7.5).

В правобережье Среднего Дона исходные темно-каштановые средне- и сильносмытые почвы трансформировались под пологом 30–50-летних стокорегулирующих лесных полос в среднемощные виды с высоким содержанием гумуса в верхних горизонтах (табл. 7.6). Наиболее гумусированный горизонт А имеет темный, почти черный цвет, мелкозернистую рассыпчатую структуру. Вниз по профилю гумусу свойственно постоянно убывающее распределение. Вследствие того что в состав гумуса входит основная часть валового азота, его содержание имеет тесную положительную связь с профильным распределением гумусовых веществ.

Отношение углерода гумуса к валовому азоту в различных почвах колеблется от 5 до 20. Чем шире отношение, тем меньше азота в гумусе и он менее доступен растениям. И, наоборот, чем уже $\text{C} : \text{N}$, тем богаче гумус азотом и выше его питательная ценность (Возбуцкая, 1968). Согласно шкале оценочных показателей гумусного состояния почв, разработанной Л. А. Гришиной и Д. С. Орловым [7], гумус верхних почвенных горизонтов зоны влияния стокорегулирующих лесных полос в средней степени обогащен азотом. В иллювиальных горизонтах значения данного показателя возрастают, что объясняется более высокой зрелостью гумусовых кислот в нижних горизонтах, повышенной конденсированностью их ароматических ядер, высокой опти-

7.5. Изменение химических свойств светло-каштановых селыток почв юга Приволжской возвышенности под влиянием противозероционных лесовосстановлений

Генетический горизонт	Глубина отбора проб, см	pH _{H2O}	Гумус, %	C : N	Поглощенные основания, мг · экв/100 г				Валовые формы, %		Подвижные формы, мг/100 г		CO ₂ карбонатов, %
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	всего	N	P	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Среднемошные легкосуглинистые почвы (этилон, водораздел)													
A + B ₁ пахотный	0-26	7,0	1,2	8,0	9,18	9,18	0,85	19,21	0,08	0,10	1,9	19,4	0,2
B ₁ остаточный	27-35	7,1	0,8	7,7	14,42	12,36	1,10	27,88	0,06	0,09	1,5	16,7	0,6
B ₂	36-56	7,2	0,5	7,2	12,40	4,30	0,74	17,44	0,04	0,05	0,9	11,5	0,8
BC	57-70	7,4	0,3	5,8	8,80	2,12	0,44	10,36	0,03	0,04	0,4	7,7	6,0
Мощные и среднемошные супесчаные почвы (стокорегулирующие лесные полосы)													
A	0-25	6,9	2,0	6,1	15,1	6,0	0,08	21,2	0,14	0,10	2,0	40,0	0,3
B ₁	26-40	7,0	1,0	8,3	11,33	10,30	0,11	21,74	0,07	0,06	0,4	20,0	0,3
B ₂	41-60	7,4	0,6	8,7	10,21	4,18	0,10	14,49	0,04	0,05	0,2	10,4	2,1
BC	61-80	8,0	0,3	8,7	—	—	—	—	0,02	0,03	0,1	5,3	4,18
Среднемошные и маломощные супесчаные почвы (в поясе удаленности от ЛП до 2Н)													
A + B ₁ пахотный	0-30	6,9	1,1	8,0	12,44	4,20	0,11	16,75	0,08	0,09	1,7	18,5	0,2
B ₂	31-50	7,1	0,9	10,4	12,85	5,54	0,28	18,67	0,05	0,06	1,0	14,4	0,5
BC	51-70	7,2	0,7	10,1	11,84	4,99	0,18	17,01	0,04	0,04	0,6	10,9	2,8
Слабо- и среднесмытые супесчаные почвы (в поясе удаленности от ЛП 2Н — 4Н)													
A + B ₁ + B ₂ пахотный	0-30	7,1	0,7	8,1	7,15	5,09	0,21	15,45	0,05	0,06	1,1	13,0	0,4
B ₂ остаточный	31-40	7,2	0,5	7,2	12,70	5,15	0,49	18,34	0,04	0,04	0,7	9,3	0,9
BC	41-60	7,4	0,3	8,6	10,56	4,40	0,63	16,59	0,02	0,03	0,5	7,0	5,0
Средне- и сильносмытые супесчаные почвы (в поясе удаленности от ЛП более 4Н)													
B ₁ + B ₂ + BC пахотный	0-30	7,3	0,5	7,2	5,01	5,08	0,22	10,31	0,04	0,05	0,8	10,0	0,2
BC остаточный	31-45	7,5	0,3	5,8	8,20	4,14	0,30	12,64	0,03	0,03	0,3	8,5	1,0
C	46-70	7,8	0,2	11,6	6,40	3,18	0,35	9,93	0,01	0,02	0,2	6,3	5,6

7.6. Изменение химических свойств темно-каштановых смывлых почв правобережья Среднего Дона под влиянием противозероэрозийной лесомелиорации

Генетический горизонт	Глубина отбора проб, см	pH	Гумус, %	C : N	Поглощенные основания, мг · экв/100 г				Валовые формы, %		Подвижные формы, мг/100 г	CO ₂ карбонатов, %
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	всего	N	P	P ₂ O ₅	K ₂ O

Среднемощные легкодоступные почвы (водорегулирующие лесные полосы)

A	0-6	6,7	6,3	8,3	18,11	6,20	0,31	24,62	0,44	0,17	9,8	161,7	0,2
A	7-27	6,9	3,6	11,6	12,05	7,7	0,65	20,40	0,18	0,16	5,4	84,5	0,4
B ₁	28-43	7,1	2,2	10,6	10,2	8,2	0,48	18,90	0,12	0,11	2,9	40,5	0,4
B ₂	44-63	7,3	1,3	12,5	10,5	11,4	1,21	23,11	0,06	0,08	2,5	20,3	0,5
BC	64-85	7,4	0,9	13,0	8,6	6,2	0,8	15,6	0,04	0,06	2,4	18,4	0,8

Среднемощные легкосуглинистые почвы (в поясе удаленности от ЛП до 2Н)

A + B ₁ пахотный	0-31	6,9	3,2	11,6	9,6	9,1	0,8	19,5	0,16	0,15	8,3	102,7	0,2
B ₁ остаточный	32-41	7,2	2,2	10,6	11,2	7,1	0,60	18,9	0,12	0,13	4,0	68,4	0,4
B ₂	42-58	7,4	1,2	9,9	10,4	10,5	0,70	21,6	0,08	0,10	3,8	30,2	0,5
BC	59-80	7,5	0,8	9,2	8,5	6,4	0,50	15,4	0,05	0,06	3,0	16,4	0,8

Маломощные и слабосмытые легкосуглинистые почвы (в поясе удаленности от ЛП 2Н - 5Н)

A + B ₁ пахотный	0-30	7,2	2,5	11,1	10,0	4,0	0,4	14,4	0,13	0,10	4,6	40,2	0,3
B ₂	31-45	7,4	1,1	8,0	12,0	6,0	0,6	18,6	0,08	0,07	1,8	20,4	0,9
BC	46-70	7,6	0,7	8,1	8,4	7,2	0,5	16,1	0,05	0,05	1,2	12,5	0,9

Средне- и сильносмытые супесчаные почвы (в поясе удаленности от ЛП более 5Н)

A + B ₁ + B ₂ пахотный	0-30	7,4	1,7	9,8	8,0	4,0	0,3	12,3	0,10	0,08	2,7	15,1	0,9
BC	31-60	7,5	0,5	5,8	10,0	6,0	0,4	16,4	0,05	0,06	1,5	9,4	1,2
C	61-90	7,7	0,3	5,8	6,0	6,0	0,7	12,7	0,03	0,05	1,1	9,8	2,3

ческой плотностью, при которых органический азот более устойчив к мобилизационным процессам (Кононова, Александрова и др., 1978).

За пределами 5Н (35 м) от лесных полос содержание в почвах гумуса и азота стабилизируется на уровне их фоновых значений в средне- и сильносмытых разностях середины межполосных пространств.

Содержание валового фосфора в почвах зоны влияния лесонасаждений также подвержено заметным изменениям. Поскольку его минеральная составляющая из-за идентичности почвообразующих пород варьирует незначительно, увеличение содержания фосфора является следствием интенсивной биологической аккумуляции. Источником накопления валовых запасов фосфора в почвах лесных полос и вблизи них служит также оседающий здесь гумусированный мелкозем, поступающий в составе поверхностного стока с вышележащих частей склона и содержащий фосфорогенные минералы: гранат, циркон, глауконит.

Воздействие на минеральную часть почвы кислотно-гидролитических продуктов разложения опада и жизнедеятельности лесокультурного фитоценоза способствует переводу труднорастворимых соединений фосфора и калия в подвижные формы.

Как показывают данные таблицы 7.6, почвы в зоне влияния стоко-регулирующих лесных полос в высокой степени обеспечены обменным калием, в высокой и повышенной — подвижным фосфором. Вне этой зоны почвам свойственно низкое содержание зольных элементов.

Линейные лесонасаждения на склонах заметно влияют на величину и количественные соотношения обменных катионов ППК темно-каштановых почв. Доминирование катионов кальция в верхних горизонтах почв лесонасаждений обусловлено его высоким содержанием в опаде и минеральной части почвообразующих пород. Синтезируемые в процессе разложения подстилки гуматы кальция постепенно накапливаются в гумусовых горизонтах. С удалением от лесных полос темпы гумусонакопления снижаются, абсолютные величины щелочно-земельных катионов в ППК уменьшаются. Наряду с этим в почвах лесных полос и в поясе удаленности от них до 2Н отмечено максимальное содержание поглощенного магния в ППК иллювиального горизонта В₂ (10,5—11,4 мг · экв/100 г), что косвенно указывает на наличие активного процесса иллиммеризации в форме лессиважа, но с большим территориальным охватом, чем в светло-каштановой подзоне, где процесс развит только под пологом лесной полосы.

Химические свойства обыкновенных черноземов также подвержены значительным изменениям под влиянием противоэрозийной лесомелиорации (табл. 7.7). Так, в почвах под пологом лесных полос за лесомелиоративный период сложились наиболее благоприятные условия для биогенной аккумуляции гумуса, валового азота, элементов питания. Благодаря выщелачиванию заметно сократилось содержание карбонатов в метровой толще. В непосредственной близости от лесонасаждений названные процессы существенно ослабевают, и в

7.7. Изменение химических свойств обыкновенных черноземов Куйбышевского Заволжья под влиянием противозерозионной лесомелиорации

Генетический горизонт	Глубина отбора проб, см	pH	Гумус, %	C : N	Поглощенные основания, мг · экв/100 г			Валовые формы, %		Подвижная форма P ₂ O ₅ , мг/100 г	CO ₂ карбо- натов, %
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	всего	N	P		
Под пологом лесных полос											
A	0—10	7,0	8,8	11,3	31,91	6,39	38,30	0,45	0,16	8,4	0,1
A	11—30	7,0	7,3	11,7	29,41	6,08	35,49	0,36	0,15	6,2	0,1
B ₁	31—58	7,4	5,4	12,5	28,12	5,51	33,63	0,25	0,14	5,4	0,3
B ₂	59—75	8,5	2,3	8,9	—	—	—	0,15	0,12	3,3	1,9
BC	76—100	8,8	1,2	6,9	—	—	—	0,10	0,08	—	4,1
В поясе удаленности от ЛП на 1Н											
A	0—10	7,4	6,4	11,6	30,08	5,11	35,19	0,32	0,14	7,7	0,1
A	11—30	7,4	5,7	10,0	30,42	4,50	34,92	0,33	0,14	5,0	0,1
B ₁	31—48	8,1	4,3	9,7	26,92	5,46	32,38	0,25	0,14	4,4	0,9
B ₂	49—68	8,6	2,3	9,5	24,56	2,06	26,62	0,14	0,13	3,0	2,2
BC	69—100	8,8	1,0	7,2	—	—	—	0,08	0,10	—	6,1
В поясе удаленности от ЛП 1Н—2Н											
A	0—10	7,7	6,0	10,2	30,13	6,76	36,89	0,34	0,14	6,2	0,1
A	11—32	7,7	5,8	9,9	28,33	5,74	34,07	0,34	0,13	5,6	0,2
B ₁	33—56	8,1	3,9	10,7	25,82	2,73	28,55	0,21	0,13	4,9	0,9
B ₂	57—76	8,6	2,3	12,1	—	—	—	0,11	0,12	2,7	3,5
BC	77—100	8,8	1,1	8,0	—	—	—	0,08	0,08	1,0	6,6
В поясе удаленности от ЛП 2Н—3Н											
A	0—10	7,3	6,8	9,8	32,80	7,13	39,93	0,40	0,16	9,1	0,1
A	11—33	7,3	6,3	9,8	30,89	8,18	39,07	0,37	0,16	6,5	0,1
B ₁	34—63	8,1	4,2	9,1	27,85	4,26	32,11	0,26	0,14	4,1	0,4
B ₂	64—82	8,6	2,3	7,8	—	—	—	0,17	0,13	2,9	3,6
BC	83—100	8,7	1,1	6,4	—	—	—	0,10	—	1,5	6,9
В поясе удаленности от ЛП 3Н—4Н											
A	0—10	7,4	6,3	9,1	31,45	5,99	37,44	0,40	0,16	7,0	0,1
A	11—30	7,4	5,9	8,8	30,15	8,00	38,15	0,39	0,14	5,6	0,1
B ₁	31—58	7,9	4,3	8,9	28,84	4,10	32,94	0,28	0,15	4,1	0,3
B ₂	59—77	8,5	2,2	7,5	—	—	—	0,17	0,14	2,7	2,8
BC	78—100	8,8	0,9	5,2	—	—	—	0,10	0,10	1,3	6,0
В поясе удаленности от ЛП 4Н—5Н											
A	0—10	7,6	6,0	10,9	32,75	2,74	35,49	0,32	0,15	8,4	0,1
A	11—32	7,6	5,4	10,4	31,50	2,51	34,01	0,30	0,14	6,7	0,1
B ₁	33—54	8,0	3,9	10,0	28,16	3,89	32,05	0,22	0,14	4,8	0,4
B ₂	55—74	8,5	2,0	8,9	—	—	—	0,13	0,13	3,0	3,3
BC	75—100	8,8	0,9	7,4	—	—	—	0,07	0,10	1,5	6,8
В поясе удаленности от ЛП более 5Н											
A	0—10	7,6	5,9	12,2	29,77	5,56	35,33	0,28	0,14	6,2	0,2
A	11—31	7,6	5,5	12,2	29,25	5,08	34,33	0,26	0,13	5,3	0,3
B ₁	32—52	8,0	3,9	—	27,88	4,98	32,87	0,20	0,12	5,0	0,9
B ₂	53—70	8,5	2,1	—	—	—	—	0,15	0,10	3,2	4,2
BC	71—100	8,7	0,8	—	—	—	—	0,08	0,08	0,9	7,8

поясе удаленности 1Н–2Н наблюдается первый минимум в содержании продуктов биогенной аккумуляции. Это обусловлено избыточным и длительным весенним увлажнением черноземов за счет дополнительного снегонакопления.

В новых гидротермических условиях процессы минерализации гумуса доминируют над гумификацией растительных остатков, содержание гумуса снижается. Старый гумус в несвойственной для его генезиса обстановке оказывается неустойчивым, а большие объемы инфильтрующихся вод регулярно удаляют из почвенного профиля значительную часть низкомолекулярных водорастворимых органических веществ начальных стадий гумусообразования (Орлов, Аниканова и др., 1980). Содержание гумуса в почвах снижается.

Дифференциация почвообразовательных условий в зоне влияния лесонасаждений оказалась настолько сильной, что уже в следующем поясе удаленности гумус, валовой азот и фосфор, подвижная форма P_2O_5 представлены максимальными значениями. Сложившиеся здесь тепловой, водно-воздушный, микробиологический режимы способствуют повышенной гумификации растительных остатков и закреплению в почвах вновь синтезируемых гумусовых веществ.

С удалением от лесонасаждений ослабевает их влияние на черноземы, содержание гумуса и элементов питания растений в почвах постепенно снижается. За пределами 5-кратной высоты лесонасаждений (60 м) почвы приобретают стабильные для них уровни содержания гумуса, других элементов, а также карбонатные профили, свойственные нелесомелиорированным территориям середины межполосных полей.

В поясах повышенной гумусности почв отношение С:N свидетельствует о средней и высокой степени обогащенности гумуса азотом. За пределами зоны влияния противозерозионных лесонасаждений на почве она низкая.

Содержание обменных катионов в пахотном слое почв обнаруживает ясную положительную связь с гумусным состоянием. Наибольшая амплитуда колебаний свойственна поглощенному магнию, причем там, где его больше, содержание гумуса выше.

Сравнительная оценка содержания гумуса и азота в обыкновенных черноземах одного и того же объекта – Куйбышевского Заволжья (Поволжская агролесомелиоративная опытная станция ВНИАЛМИ) в 1953–1983 гг. показала, что в слое 0–50 см за 30-летний период под пологом лесных полос положительный баланс веществ составил соответственно 25 и 22 % (табл. 7.8).

В зоне влияния лесонасаждений на почве (до 5Н) заметный дефицит гумуса сложился в пахотном слое. В полуметровом слое он практически отсутствует, т. к. в иллювиальном горизонте B_1 отмечена его небольшая аккумуляция. По валовому азоту наблюдается положительный баланс, достигающий 15 % уровня его содержания в почвах в 1983 г. Вне зоны влияния баланс по гумусу и азоту отрицательный и составляет 11 %.

7.8. Изменение содержания гумуса и азота в лесомелиорированных обыкновенных черноземах за период 1953—1983 гг.

Местоположение	Гумус, %			Валовой азот, %		
	0—30 см	30—50 см	0—50 см	0—30 см	30—50 см	0—50 см

Состояние на 1953 г. по данным Г. П. Сурмача (1970)

Водораздельные склоны 1,5—2,5°	6,4	4,0	5,5	0,32	0,21	0,27
-----------------------------------	-----	-----	-----	------	------	------

Состояние на 1983 г.

Водораздельные склоны
1,5—2,5°

Под пологом ЛП	7,8	5,4	6,8	0,39	0,25	0,33
	+1,4	+1,4	+1,3	+0,07	+0,04	+0,06
В поясе удаленности от ЛП до 5Н	6,0	4,2	5,4	0,35	0,25	0,31
	-0,4	+0,2	-0,1	+0,03	+0,04	+0,04
В поясе удаленности от ЛП более 5Н	5,6	3,9	4,9	0,27	0,20	0,24
	-0,8	-0,1	-0,6	-0,05	-0,01	-0,03

Примечание. Числитель — средневзвешенные значения, знаменатель — баланс значений за 1953—1983 гг.

Данные Г. П. Сурмача, с которыми сопоставлялись результаты наших исследований 1983 г., зафиксировали состояние почвенного покрова в начале массового заложения защитных лесных насаждений на Поволжской АГЛОС и интенсивного использования земель в сельскохозяйственном производстве. Они приняты в качестве исходного состояния химических свойств обыкновенных черноземов.

Черноземы Восточной Европы за 60—100 лет систематического использования под пашню из-за усиленной минерализации гумусового фонда и уменьшения поступлений в почву растительных остатков потеряли около трети его первоначального количества. В настоящее время в пахотном слое содержится примерно 5,5 % гумуса, что очень близко к его количеству в обыкновенных черноземах Куйбышевского Заволжья за пределами зоны влияния лесонасаждений.

Генетико-временная интерпретация приведенных данных свидетельствует о положительной роли противоэрозионных лесонасаждений в сохранении и заметном повышении исходного гумусного состояния почв и обогащении их азотом. Вместе с тем многолетняя практика показала, что межполосные пространства далеко не равноценны по условиям снегонакопления, сроков весеннего поспевания почвы, эффективности удобрений и др. Проведенные в связи с этим на Поволжской АГЛОС исследования позволили обосновать принципы

разделения пространств на зоны под снежными шлейфами и между ними и разработать применительно к ним дифференцированную и эффективную агротехнику возделывания сельскохозяйственных культур (Захаров, Кретинин, 1979). Так, например, внесение в почву шлейфовых зон повышенных доз минеральных удобрений, особенно азота, увеличение норм высева и глубокие обработки обеспечивают прибавку урожайности зерновых до 6–8 ц/га.

Во многих регионах страны ежегодное запаздывание весенних обработок и сева в шлейфовых зонах лесонасаждений вынуждает специалистов хозяйств занимать их влаголюбивыми культурами (кукуруза, люцерна) или поздними яровыми (просо, гречиха) либо использовать под занятые пары. Это в определенной мере нарушает сложившиеся ротации севооборотов, но обеспечивает получение высокой продуктивности пашни. Например, урожайность зеленой массы кукурузы в зоне шлейфов лесонасаждений Поволжской АГЛОС достигает 500 ц/га и более и не уступает урожайности культуры на орошаемых землях.

В целях более полной реализации почвообразовательного биоэкологического потенциала противозрозионных лесонасаждений, оптимизации гумусного состояния почв, кроме названных выше приемов, необходима в первую очередь коренная и принципиальная переоценка утвердившегося в противозрозионной практике правила о зарегулировании на склонах любыми средствами (валы, канавы, щели, шурфы и др.) остаточного поверхностного стока. Усиленные приемами гидротехники 20–30-летние стокорегулирующие лесные полосы на обыкновенных черноземах Поволжской АГЛОС поглощают за весну 800–1250 мм талых вод, что в 2–3 раза превышает годовую норму осадков. Такой объем инфильтрующихся вод нередко вызывает в почвах явления слитогенеза, восстановительные условия, минерализацию гумуса и др. Для нейтрализации подобных негативных процессов, кроме лесоводственных мер (конструкция, рядность, породный состав), следует вносить в почву навоз, вводить в севообороты многолетние злаково-бобовые травосмеси, регулировать объемы водозадержания, вносить искусственные структурообразователи, применять глубокие обработки почвы.

В зоне серых лесных почв Центральной лесостепи влияние защитных лесных насаждений на химические свойства смытых почв имеет свои специфические особенности. Объясняется это положение почв в контактной зоне между типами черноземного и лесного почвообразования.

Разные способы противозрозионной лесомелиорации вызвали в прежних почвенных режимах лесостепи неодинаковые сочетания изменений, которые постепенно закрепляются и своеобразным образом проявляются в качественно новых свойствах почвенного покрова. Наглядным примером в этом отношении служит трансформация исходных средне- и сильносмытых почв присетевых склонов в системе кольматирующих клеток, в которых органически сочетаются приемы

лесной и луговой мелиорации. Изолированность клеток от соседних территорий лесными полосами, длительное культивирование бобово-злаково-разнотравных ценозов, равномерная кольматация гумусированных продуктов твердого стока способствовали интенсификации почвообразовательных процессов, формированию полнопрофильных несмытых почв.

По сравнению с соседним участком присетевого склона, являющимся частью почвозащитного севооборота, почвы лесолуговых клеток более гумусированы, гумусовые профили растянуты по глубине, в них наметилась отчетливая элювиальная дифференциация морфологического и химического профилей, свойственная типичным водораздельным почвам и проявившаяся в обеднении поглощенными основаниями, низкой обеспеченности верхних гумусовых горизонтов подвижными фосфором и калием. В иллювиальных горизонтах из-за повышенной кислотности увеличивается растворимость фосфорных соединений, возрастает обеспеченность подвижной формы P_2O_5 .

Почвы вне луговых клеток менее гумусированы, имеют неполно развитый морфологический профиль. Однако им свойственна выравненная по глубине и менее кислая реакция, а гумусовые горизонты слабо насыщены основаниями и в средней степени обеспечены подвижным фосфором и обменным калием.

Сравнительная оценка почв с различной природно-хозяйственной направленностью использования дает основание характеризовать почвенный покров противозерозионного севооборота как обладающий достаточно высоким естественным плодородием.

Согласно данному выше анализу намечается два различных подхода к оценке почвоулучшающей эффективности противозерозионных мероприятий в Центральной лесостепи. Противозерозионные кольматирующие клетки обеспечили интенсивную и положительную трансформацию свойств исходных сильносмытых почв и возродили в концентрированном виде некогда утраченный природный лесолуговой биогеоценоз со свойственными ему почвенными режимами. Приобретение почвами нового качества следует оценивать с позиции экологических особенностей лесолугового сообщества. Руководствуясь данным положением, можно заключить, что сложившееся в кольматирующих клетках равновесное состояние между свойствами почвенного покрова и другими элементами биогеоценоза является следствием реализации за короткий исторический период его оптимальных зонально-эволюционных возможностей.

В системе почвозащитного севооборота почвенный покров находится в стадии медленно продолжающихся и менее контрастных изменений генетического профиля, слабой аккумуляции биогенных веществ. Состояние естественного плодородия почв правомерно оценивать здесь применительно к культурам севооборотов, а также по гумусному состоянию и обеспеченности элементами питания, т. е. с агрономических позиций. С этой точки зрения, судя по данным таблицы 7.9, возможности повышения плодородия почв реализованы

далеко не полностью. Этому в определенной степени способствовал тот факт, что его современный уровень интегрировал в себе результаты нескольких сменявших друг друга почвозащитных систем земледелия, обладавших тем не менее общими элементами защиты (лесные насаждения, многолетние травы, простейшие гидротехнические сооружения). Самыми изменчивыми в данном комплексе были и остаются приемы агротехники, которым нередко приписывались совершенно противоположные противозрозионные возможности. В последние годы достигло максимума чрезмерное увлечение приемами гидротехнического усиления лесонасаждений.

7.9. Химические свойства серых лесных почв лесолуговых колымагирующих клеток и почвозащитного севооборота на присетевом склоне Центральной лесостепи

Генетический горизонт	Глубина отбора проб, см	Гумус, %	pH _{KCl}	Гидролитическая кислотность	Сумма поглощенных оснований	Степень насыщенности основаниями, %	Подвижные формы, мг/100 г	
				мг · экв/100 г			P ₂ O ₅	K ₂ O

Почвы лесолуговых клеток

A	0—5	5,1	4,9	5,2	18,0	77,6	3,9	9,8
A ₁	6—24	2,8	4,8	4,5	17,4	79,5	3,3	4,4
A ₁ A ₂	25—35	1,7	4,2	3,0	14,8	83,1	9,2	4,6
BA ₂	36—51	1,6	4,5	3,7	18,0	82,9	12,6	5,4
B	52—83	1,1	4,4	3,7	19,6	84,1	16,4	6,9
BC	84—100	0,8	4,6	3,4	21,6	86,4	17,3	6,9

Почвы вне клеток (севооборот)

A	0—2	2,4	4,8	5,8	18,2	77,7	9,2	8,1
A ₁	3—16	1,8	4,8	3,6	21,0	86,5	8,9	7,7
BA	17—24	1,1	4,9	2,6	21,4	89,6	8,6	6,7
B	25—40	0,9	4,8	2,7	19,2	90,0	9,7	7,7
BC	41—62	0,6	4,9	2,3	22,6	91,4	12,3	7,7
C	63—80	0,3	4,9	2,4	21,4	92,9	21,0	14,0

Наши исследования, а также зарубежные данные свидетельствуют о том, что в почвах гумидной зоны вблизи гидросооружений происходит заметное оподзоливание, обеднение гумусом, миграция из почвенных профилей подвижных соединений фосфора, калия, алюминия, железа и переход их значительной части в большой геологический круговорот.

На базе существующих долговременных элементов противозрозионного комплекса надежным резервом повышения плодородия лесомелиорированных смытых серых лесных почв является снижение кислотности до слабой и нейтральной степени путем известкования,

повышение содержания гумуса и органического азота с помощью внесения навоза и подбора высокоурожайных злаково-бобовых травосмесей (кострец прямой, овсяница луговая, клевер луговой, люцерна гибридная и др.). К числу перспективных почвоулучшающих культур относится многолетний люпин, активно фиксирующий молекулярный азот. Его глубокая корневая система усваивает труднорастворимый для других растений фосфор и способствует обогащению им верхних горизонтов почвы. Между тем до сих пор многолетний люпин слабо внедряется в хозяйствах, т. к. его высокая азотфиксирующая способность в качестве промежуточной культуры мало известна специалистам сельского хозяйства (Довбан, 1985).

В большинстве почв данной зоны, особенно смытых, в первом минимуме находится доступный растениям минеральный азот, который в естественных условиях минерализуется из почвенного гумуса, причем около 20 % его непроизводительно теряется из-за денитрификации (Мишустин, 1985). При этом падает почвенное плодородие, снижаются урожаи сельскохозяйственных культур. Без внесения повышенных доз органических и минеральных удобрений, совершенствования приемов противоэрозионной агротехники и выращивания высокоурожайных культурных растений с большим объемом неотчуждаемой биомассы почвенное плодородие почвозащитных севооборотов длительное время может находиться на низком уровне (Панов, 1983).

7.4. ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ СМЫТЫХ ПОЧВ В СИСТЕМЕ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Долговременные (30–60 лет) лесонасаждения формируют на склонах пояса или зоны активного почвообразования с несмытыми и менее смытыми почвами. Как отмечалось выше, в границах поясов трансформируются основные почвенные свойства: увеличивается мощность гумусовых горизонтов и почвенных профилей, повышается поглощательная и инфильтрационная способность, улучшаются химические свойства, дифференцируются гранулометрические элементы почв.

Почвоулучшающая роль лесонасаждений отчетливо выявляется при расчете запасов гумуса и элементов питания в слоях 0–30 и 0–50 см под пологом лесных полос и в поясах удаленности от них ЛП – 2Н, 2Н – 5Н, более 5Н, каждому из которых дан соответствующий порядковый номер: 1-й, 2-й, 3-й. В светло-каштановой подзоне расчет запасов выполнен для поясов ЛП – 2Н, 2Н – 4Н, более 4Н.

Гумусное состояние почв является основным критерием оценки эффективности различных систем земледелия в почвозащитном отношении. В первую очередь это относится к склоновым землям со смытыми и размытыми почвами. Практика земледелия в эрозионно опасных районах нашей страны показала, что для обеспечения надежной охраны почв от водной эрозии и повышения их плодородия необходима жесткая почвоводоохранная организация территории на уровне водосборных бассейнов (Каштанов, 1983).

Излагаемые в настоящей главе результаты исследований получены на объектах, организованных подобным образом 30–60 лет назад. В связи с этим оценка запасов гумуса, элементов питания и скорости гумусонакопления дана как средневзвешенная величина ко всей площади лесомелиорированных объектов. В зоне серых лесных почв, отличающейся видовым разнообразием лесонасаждений, расчеты выполнены относительно каждого из них. За 30 лет в полуметровом слое светло-каштановых супесчаных почв лесных полос положительный баланс гумуса составил 40,5 т/га, скорость ежегодного гумусонакопления равна 1,4 т/га (табл. 7.10).

В 1-м поясе гумусное состояние приближается к уровню почв лесных полос, во 2-м скорость гумусонакопления снижается до 0,53 т/га в год. В 3-м поясе или вне зоны влияния лесонасаждений на почвы запас гумуса снижается до 28,7 т/га и соответствует его фоновым значениям в сочетаниях средне- и сильносмытых почв середины межполосных пространств.

По анализируемым показателям полнопрофильная эталонная почва заметно превосходит лесомелиорированные, что объясняется их более легким гранулометрическим составом. Низкое содержание в смытых почвах илистой фракции (6–12 %), бедность калий-фосфорсодержащими минералами не способствуют заметному закреплению в них продуктов гумификации и накоплению минеральных форм подвижных элементов питания. Очевидно при наличии на исследованном объекте других почвенно-литологических условий (суглинистый состав, полиминеральность) почвоулучшающая роль лесомелиорации на склонах юга Приволжской возвышенности оказалась бы значительно выше.

Воздействие противозерозионной лесомелиорации на элементы плодородия темно-каштановых смытых почв показано в таблице 7.11.

Сложность исходного почвенного покрова сильно дифференцировала темпы гумусонакопления. На фоне довольно широких колебаний (142–236 т/га) средневзвешенная величина запасов гумуса в слое 0–50 см под пологом лесных полос приближается к эталонному значению. Положительный баланс гумуса составил 102,7 т/га, а среднегодовая скорость его накопления равна 2,6 т/га. В 1-м и 2-м почвоулучшающих поясах показатели снижаются и равны соответственно 74,5 и 1,9, 29,8 и 0,75 т/га. За пределами 5-кратной высоты лесных полос запасы гумуса в почвах минимальные и составляют около 45 % его запасов в полнопрофильных почвах.

Изменение содержания валового азота в почвах зоны влияния положительно и высоко коррелирует с содержанием гумуса. Но в отличие от последнего под пологом лесной полосы азота больше, чем в эталонной почве, что объясняется специфичностью гумусного состояния лесомелиорированных почв, а также выпаханностью водораздельных.

Показатели валового фосфора отражают закономерность, присущую гумусу и азоту. В почвах лесных полос он находится в макси-

7.10. Содержание гумуса и элементов питания в лесомелиорированных светло-каштановых сырых почвах и почве-эталоне юга Приволжской возвышенности, г/га

Точка исследований	Расчетный слой, см	Гумус		Валовые формы				Подвижные формы			
		M ± m	V	азот		фосфор		фосфор		калий	
				M ± m	V	M ± m	V	M ± m	V	M ± m	V
ЛП	0-30	49,3 ± 3,4	20	3,6 ± 0,2	11	2,8 ± 0,2	23	0,07 ± 0,005	18	1,04 ± 0,07	18
	30-50	19,2 ± 2,0	30	1,4 ± 0,1	19	1,7 ± 0,1	13	0,02 ± 0,002	38	0,40 ± 0,04	31
	0-50	69,2 ± 5,0	22	5,0 ± 0,1	3	4,5 ± 0,3	13	0,09 ± 0,004	14	1,44 ± 0,1	20
ЛП-2Н	0-30	43,6 ± 1,5	12	2,9 ± 0,3	21	2,9 ± 0,3	22	0,06 ± 0,004	23	0,70 ± 0,06	26
	30-50	22,9 ± 1,6	25	1,4 ± 0,2	32	2,0 ± 0,3	41	0,02 ± 0,002	29	0,37 ± 0,04	35
	0-50	66,5 ± 3,4	18	4,3 ± 0,4	22	4,9 ± 0,5	27	0,08 ± 0,005	21	1,07 ± 0,09	27
2Н-4Н	0-30	30,3 ± 1,2	12	2,3 ± 0,2	23	2,1 ± 0,2	24	0,04 ± 0,004	30	0,48 ± 0,02	16
	30-50	13,3 ± 1,0	24	0,8 ± 0,1	20	1,1 ± 0,1	30	0,01 ± 0,001	31	0,24 ± 0,01	19
	0-50	43,6 ± 1,8	14	3,1 ± 0,3	22	3,2 ± 0,3	22	0,05 ± 0,004	27	0,72 ± 0,03	16
> 4Н	0-30	18,9 ± 2,3	34	1,5 ± 0,2	31	1,9 ± 0,3	35	0,03 ± 0,003	29	0,38 ± 0,02	13
	30-50	9,8 ± 1,3	39	0,4 ± 0,1	42	0,8 ± 0,06	17	0,01 ± 0,001	36	0,21 ± 0,01	16
	0-50	28,7 ± 3,1	33	1,9 ± 0,3	32	2,7 ± 0,2	22	0,04 ± 0,003	27	0,60 ± 0,03	12
Почва-эталон	0-30	56,4 ± 3,0	12	3,6 ± 0,3	16	2,6 ± 0,2	17	0,08 ± 0,008	23	1,05 ± 0,05	11
	30-50	22,0 ± 1,0	10	1,5 ± 0,1	14	1,8 ± 0,2	22	0,03 ± 0,003	19	0,32 ± 0,03	19
	0-50	78,4 ± 2,7	8	5,1 ± 0,4	15	4,4 ± 0,1	4	0,11 ± 0,007	14	1,37 ± 0,06	10

7.11. Содержание гумуса и элементов питания в лесомелиорированных темно-каштановых смытых почвах в почве-эталоны правобережья Среднего Дона, г/га

Точка исследований	Расчетный слой, см	Гумус		Валовые формы				Подвижные формы			
		M ± m	V	азот		фосфор		фосфор		калий	
				M ± m	V	M ± m	V	M ± m	V	M ± m	V
III	0-30	136,7 ± 13	22	7,3 ± 1	33	5,0 ± 0,4	14	0,15 ± 0,01	19	2,54 ± 0,4	47
	30-50	54,5 ± 5	22	2,3 ± 0,3	25	2,9 ± 0,4	20	0,03 ± 0,01	55	0,67 ± 0,1	16
	0-50	191,2 ± 14	19	9,6 ± 1,5	31	7,9 ± 0,8	17	0,18 ± 0,02	23	3,21 ± 0,4	38
III - 2H	0-30	117,4 ± 10	25	4,9 ± 0,9	35	3,9 ± 0,2	10	0,16 ± 0,02	39	1,41 ± 0,2	46
	30-50	45,6 ± 3	22	2,1 ± 0,4	36	2,0 ± 0,3	28	0,08 ± 0,01	38	0,84 ± 0,1	40
	0-50	163,0 ± 12	22	7,0 ± 1,2	35	5,9 ± 0,4	12	0,24 ± 0,03	44	2,25 ± 0,3	41
2H - 5H	0-30	84,1 ± 9	27	3,5 ± 0,6	36	3,0 ± 0,3	21	0,11 ± 0,02	54	1,26 ± 0,2	35
	30-50	34,2 ± 4	30	1,6 ± 0,2	21	1,5 ± 0,2	26	0,04 ± 0,01	50	0,62 ± 0,1	35
	0-50	118,3 ± 11	22	5,1 ± 0,6	25	4,5 ± 0,5	23	0,15 ± 0,03	47	1,88 ± 0,2	34
> 5H	0-30	65,3 ± 6	24	2,4 ± 0,4	28	2,0 ± 0,6	51	0,08 ± 0,01	44	1,18 ± 0,2	33
	30-50	23,2 ± 3	23	1,2 ± 0,3	38	1,4 ± 0,5	66	0,03 ± 0,01	29	0,50 ± 0,1	41
	0-50	88,5 ± 9	21	3,6 ± 0,6	31	3,4 ± 1,1	56	0,11 ± 0,02	32	1,68 ± 0,3	33
Почва-эталон	0-30	132,7 ± 3	5	6,3 ± 0,6	20	4,8 ± 0,4	16	0,10 ± 0,01	14	2,12 ± 0,3	32
	30-50	62,5 ± 2	7	2,2 ± 0,3	29	2,0 ± 0,4	39	0,04 ± 0,01	25	0,57 ± 0,1	33
	0-50	195,2 ± 4	4	8,5 ± 1,0	23	6,8 ± 0,8	22	0,14 ± 0,01	7	2,69 ± 0,3	20

муме, даже несколько превышая его показатели в эталонной почве. Ухудшение гумусного состояния почв с удалением от лесной полосы способствует постепенному снижению в них содержания валового фосфора. Происходят также изменения в степени обеспеченности почв подвижными элементами питания. В отличие от валового фосфора, повышенное содержание которого по сравнению с условным контролем вызвано в основном биогенным накоплением, содержание его подвижных форм зависит, кроме того, от интенсивности процессов разрушения фосфорсодержащих минералов, их выщелачивания высокими объемами инфильтрующихся вод и способностью фосфат-ионов образовывать с органо-минеральными компонентами почвы трудно-растворимые соединения. Отсюда можно заключить, что лесные полосы способствуют заметному накоплению подвижной формы P_2O_5 в исходных темно-каштановых почвах.

В водораздельной полнопрофильной почве, принятой за эталон, вследствие высокого содержания илистой фракции (40–50 %), неизбежно и прочно связывающей фосфат-ионы, содержание подвижного фосфора несколько меньше, чем в лесомелиорированных почвах.

Среднедолголетний баланс обменного калия обусловлен как высокой биопродуктивностью лесоаграрных ландшафтов, вызывающей его накопление в почвах, так и богатством исходных почв калийсодержащими минералами (полевые шпаты, гидрослюда, глауконит и др.). Например, в составе легких минералов почвообразующих пород, представленных делювием сантонских алевролитов и кампанских кварцево-глауконитовых песчаников, широко распространенных на склонах правобережья Среднего Дона, содержится глауконита до 30 %, а гидрослюды в илистой фракции – до 50–60 %.

Изменение запасов гумуса и элементов питания в серых лесных почвах Центральной лесостепи изучено на примере четырех видов контурных стокорегулирующих лесных полос: дубовых и березовых (табл. 7.12), широких (смешанного породного состава) и усиленных по верхней опушке валом и канавой (табл. 7.13). Как видно из этих таблиц, различные виды лесных полос обеспечивают неравнозначный уровень биогенной аккумуляции в почвах гумуса и элементов питания.

Максимальное накопление гумуса отмечено под пологом и в зоне влияния дубовых лесных полос. Кроме того, в 1-м и 2-м почвоулучшенных поясах произошло заметное накопление подвижного фосфора, а обменного калия – во 2-м поясе. Под пологом других насаждений положительный баланс гумуса в слое 0–50 см приближается к эталонному значению, равен ему или несколько превышает его.

В почвах зоны влияния березовых и тополевых лесных полос содержание подвижных элементов питания изменяется незначительно и мало отличается от фоновых значений в почвах 3-го пояса.

Мерой объективной оценки почвоулучшающей роли противозерозионных лесонасаждений в зоне их влияния служит скорость ежегодного гумусонакопления. Она определяется как частное от деления на

7.12. Изменение запасов гумуса и подвижных элементов питания в серых лесных смытых почвах под влиянием противозерозионной лесомелиорации, т/га

Пояс исследований	Расчетный слой, см	Стокорегулирующие лесные полосы (юго-западная экспозиция)					
		дубовые			березовые		
		гумус	фосфор	калий	гумус	фосфор	калий
ЛП	0—30	175,4	0,37	0,46	111,9	0,30	0,44
	30—50	65,3	0,49	0,24	32,6	0,34	0,29
	0—50	240,7	0,86	0,70	144,5	0,64	0,73
1-й	0—30	162,5	0,91	0,41	98,4	0,35	0,37
	30—50	55,5	0,73	0,27	36,0	0,37	0,32
	0—50	218,0	1,64	0,68	134,4	0,72	0,69
2-й	0—30	124,0	0,72	0,63	87,9	0,32	0,38
	30—50	32,9	0,60	0,48	20,2	0,34	0,30
	0—50	156,9	1,32	1,11	108,1	0,66	0,68
3-й	0—30	68,8	0,49	0,44	60,1	0,37	0,38
	30—50	29,3	0,55	0,36	26,6	0,45	0,29
	0—50	98,1	1,04	0,80	86,7	0,82	0,67
Почва-эталон	0—30	109,8	0,44	0,44	—	—	—
	30—50	54,0	0,37	0,23	—	—	—
	0—50	163,8	0,81	0,67	—	—	—

продолжительность мелиоративного периода разницы между валовым содержанием гумуса в почвах лесных полос, его средневзвешенной величиной в 1-м и 2-м поясах и содержанием гумуса в 3-м поясе, принятым за условный контроль (табл. 7.14).

Зональные особенности ускоренного почвообразования в смытых почвах под влиянием противозерозионных лесонасаждений наглядно проявляются в скорости ежегодного гумусонакопления под пологом лесных полос. Она максимальна в обыкновенных черноземах, несколько ниже в темно-каштановых почвах. В меньшей степени эта особенность выражена в почвах зоны влияния, включающей 1-й и 2-й почвоулучшенные пояса. В черноземах это вызвано высоким исходным содержанием гумуса, а в темно-каштановых почвах тем, что по пласту многолетних трав нередко возделывают бахчевые, а по обороту пласта — однолетние зерновые и технические культуры. В среднемноголетнем плане такое чередование культур нередко приводит не к накоплению гумуса, а его преобладающей минерализации.

В зоне серых лесных почв почвоулучшающие свойства различных лесонасаждений неодинаковы. Среди них высокой скоростью гумусонакопления выделяются контурные стокорегулирующие лесные полосы из дуба. Узкие березовые и широкие березово-тополевые

7.13. Изменение запасов гумуса и подвижных элементов питания в серых лесных смытых почвах под влиянием противозрозионной лесомелиорации, т/га

Пояс исследований	Расчетный слой, см	Стокорегулирующие лесные полосы					
		широкие (северная экспозиция)			усиленные валом и канавой (южная и юго-восточная экспозиции)		
		гумус	фосфор	калий	гумус	фосфор	калий
ЛП	0—30	113,5	0,30	0,44	102,5	0,27	0,43
	30—50	60,0	0,34	0,29	61,2	0,24	0,30
	0—50	173,5	0,64	0,73	163,8	0,61	0,73
1-й	0—30	112,0	0,35	0,37	101,1	0,51	0,41
	30—50	50,5	0,37	0,32	44,6	0,45	0,25
	0—50	162,5	0,72	0,69	145,7	0,96	0,66
2-й	0—30	92,7	0,32	0,38	106,1	0,39	0,34
	30—50	48,8	0,34	0,30	33,9	0,36	0,22
	0—50	141,5	0,66	0,68	140,0	0,75	0,56
3-й	0—30	86,4	0,37	0,38	95,5	0,39	0,43
	30—50	33,5	0,45	0,29	24,6	0,30	0,27
	0—50	119,9	0,82	0,67	120,1	0,69	0,70
Почва-эталон	0—30	109,8	0,44	0,44	—	—	—
	30—50	54,0	0,37	0,23	—	—	—
	0—50	163,8	0,81	0,67	—	—	—

7.14. Скорость гумусонакопления в слое 0—50 см лесомелиорированных смытых почв степи и лесостепи

Почвы и насаждения	Мелиоративный период, лет	Гумусонакопление в почвах, т/га			
		лесных полос		зон влияния	
		общее	за год	общее	за год
Светло-каштановые	30	41,0	1,4	27,7	0,9
Темно-каштановые	30—50	102,7	2,6	51,2	1,3
Черноземы обыкновенные	30	86,0	2,9	32,6	1,1
Серые лесные. Насаждения:					
дубовые	55	142,6	2,6	83,2	1,5
березовые	50	57,8	1,2	31,9	0,6
широкие (смешанные)	50	53,6	1,1	30,0	0,6
усиленные валом и канавой	55	43,7	0,8	22,2	0,4

лесные полосы обеспечивают значительно меньшее гумусонакопление в почвах. Самый низкий положительный баланс гумуса складывается в смытых почвах под влиянием березово-тополевых лесных полос, усиленных валом и канавой. Это вызвано частым высоким весенним водопоглощением в них, нередко достигающим 1140–5465 мм [40], что превышает в 2–10 раз годовую норму осадков. В условиях высокой инфильтрации талых вод весьма активизируются элювиально-иллювиальные процессы, кислотный гидролиз алюмосиликатной и гумусовой составляющей почвы, происходит необратимое вымывание из почвенного профиля продуктов их конечного расщепления. Почвы постепенно теряют плодородие.

Выявлено также, что высокие скорости гумусонакопления свойственны исходным малогумусным суглинистым почвам, например темно-каштановым сильносмытым и серым лесным примитивным неполноразвитым почвам на делювиальных суглинках по берегам гидрографической сети. По данным Л. Н. Александровой [2], это связано с наличием значительной свободной минеральной поверхности в исходных почвах и интенсивным процессом сорбции на ней промежуточных продуктов гумификации растительных осадков. Наряду с этим на безгумусной породе, как установлено в модельных полевых опытах (Фокин, 1978), включение углерода в состав гумусовых веществ в 3–4 раза происходит интенсивнее, чем в условиях гумусированной почвы.

Оценка противозрозионных лесных насаждений с утилитарной почвоулучшающей точки зрения далеко не исчерпывает значения их многофункциональной роли в ландшафте. Одним из первых, увидевших в лесных почвах классический пример биогеохимического барьера, где аккумулируются многие микроэлементы, был крупный норвежский геохимик В. Гольдшмидт (1937).

Согласно А. И. Перельману (1968), геохимическими барьерами называют такие участки зоны гипергенеза, в которых на коротких расстояниях происходит резкое уменьшение интенсивной миграции химических элементов, способствующее их концентрации.

Противозрозионные лесные насаждения, обладающие свойством формировать на склонах почвоулучшенные пояса вследствие присущей им способности механической, физико-химической и биологической аккумуляции вещества и энергии, полностью отвечают данному выше определению, что позволяет отнести их к одному из видов линейных биогеохимических барьеров. Однако в противозрозионной лесомелиорации вопросы аккумуляции, образования, перераспределения и накопления элементов в трехмерном пространстве почвоулучшенных поясов с позиций геохимии ландшафта изучены мало.

7.5. ОХРАНА И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Изменение почвенных свойств в системе лесонасаждений происходит в конкретном пространстве, площадь которого определяется в основном конструктивными особенностями древостоя.

Исходная 2-видовая неоднородность, свойственная большей части почвенного покрова изученных объектов и представленная в основном сочетаниями, в зоне влияния противозрозионных лесонасаждений приобретает более высокий таксономический уровень. В интегрированном выражении такие изменения в границах крупной лесомелиорированной территории на примере Клетского опорного пункта ВНИАЛМИ изображены на рисунке 7.6. Видоизмененный почвенный покров здесь прослеживается до 4 высот, а его стабилизация на исходном двухвидовом уровне наступает за пределами удаленности в 5 высот.

В хозяйствах, в том числе на изученных объектах, стокорегулирующие лесные полосы, окаймляющие, кроме полей севооборотов, сады, выгоны и другие угодья, формируют различные по параметрам почвоулучшенные пояса трансформированных почв. Самые широкие пояса образуются вдоль лесонасаждений в почвозащитных севооборотах и при лесолуговом освоении, самые узкие – при выгонно-пастбищном использовании (рис. 7.7).

Совершающиеся в системе лесных полос процессы частной трансформации элементов и свойств экологической среды приводят к

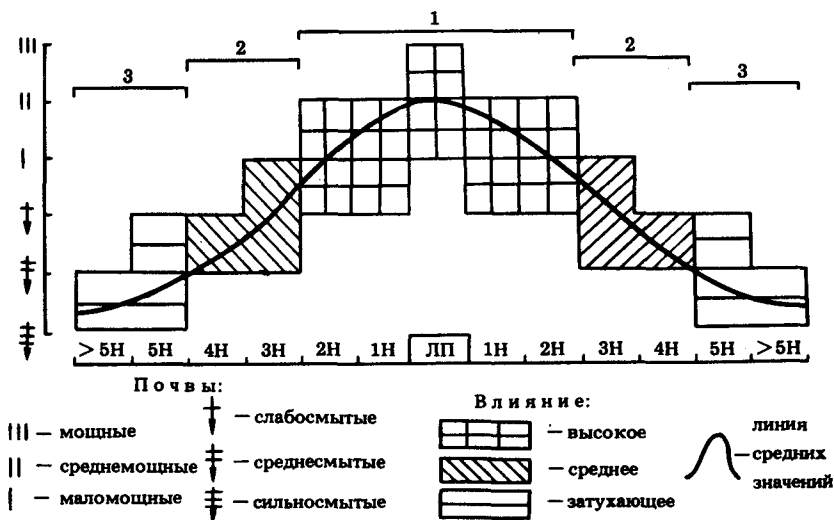


Рис. 7.6. Таксономическая трансформация темно-каштановых почв в зоне влияния стокорегулирующих лесных полос

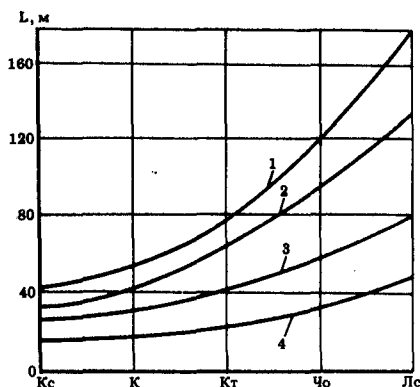


Рис. 7.7. Ширина почвоулучшенных полос в зоне влияния стокорегулирующих лесных полос при различном использовании:

1 — лесосугольном; 2 — почвозащитном; 3 — лесосадовом; 4 — пастбищном; Кс — светло-каштановая почва; К — каштановая; Кт — темно-каштановая; Чо — чернозем обыкновенный; Лс — серая лесная

качественным изменениям в сфере почвенного покрова как континуального образования и вызывают, естественно, глубокую перестройку его площадей и пространственной структуры. Количественная оценка процессов посредством традиционного попарного сравнения почв лесной полосы и середины междуполосного пространства, облесенного и необлесенного полей оказалась мало информативной.

Объективную и полную оценку дает применение картографического метода исследований. Карты, обладая оперативными и прогностическими свойствами (Салищев, 1983), позволили изобразить почвенный покров не только как частность ландшафта, но и отразить его динамику как реальной временной модели саморазвивающейся системы. Оказалось, что почвенные карты, как и большинство специальных карт (Саушкин, 1980), стали незаменимыми в осуществлении природного мониторинга, в поиске средств и приемов оптимизации лесоаграрных ландшафтов. Это свойство карт использовано нами для оценки систем защитных лесных насаждений в охране и воспроизводстве почвенных ресурсов. Сравнивались почвенные карты разных лет совхоза "Духовницкий" Саратовской области (масштаб 1:25000), а также имевшиеся карты 1949 г. и составленные нами в 1980–1984 гг. Поволжской АГЛОС Куйбышевской области (масштаб 1:10000) и эрозийного стационара ОПХ ВНИАЛМИ (масштаб 1:1000).

В совхозе "Духовницкий" основная площадь защитных лесных насаждений создана за период с 1956 г. по 1970 г. (86,7 %). Общая лесистость территории составляет 5,2 %, а облесенность пашни около 3 %. Лесонасаждения в сочетании с гидротехническими средствами защиты и в условиях высокой культуры земледелия способствовали заметному ослаблению водной эрозии почв и оврагообразования. За последние 15–20 лет не наблюдалось случаев проявления ветровой эрозии, часто имевшей место до проведения почвоохранных мер.

За 30 лет почвенный покров совхоза "Духовницкий" заметно изменился в качественном отношении (табл. 7.15). В его составе произошла трансформация почв на видовом, родовом и подтиповом уров-

7.15 Изменение площадей почвенного покрова совхоза "Духовницкий" Саратовской области под влиянием системы защитных лесонасаждений

Почвы	Площадь, га/%		Баланс площадей	
	1949 г.	1980 г.	га	%
Черноземы южные среднемощные	<u>7277</u> 30,9	<u>8077</u> 34,0	+730	+3,1
Черноземы маломощные	<u>8619</u> 36,6	<u>9985</u> 42,4	+1366	+5,8
Черноземы слабосолонцеватые средне- и маломощные	<u>1695</u> 7,2	<u>542</u> 2,3	-1153	-4,9
Черноземы средне- и сильносо- лонцеватые маломощные	<u>1319</u> 5,6	<u>683</u> 2,9	-636	-2,7
Черноземы слабосмытые	<u>1248</u> 5,3	<u>2049</u> 8,7	+801	+3,4
Черноземы среднесмытые	<u>1743</u> 7,4	<u>895</u> 3,8	-848	-3,6
Черноземы сильносмытые	<u>212</u> 0,9	<u>94</u> 0,4	-118	-0,5
Лугово-каштановые	<u>306</u> 1,3	<u>188</u> 0,8	-118	0,5
Черноземы в комплексе с солон- цами (10-25 %)	<u>118</u> 0,5	<u>71</u> 0,3	-47	-0,2
Аллювиальные дерновые луговые	<u>188</u> 0,8	<u>94</u> 0,4	-94	-0,4
Дерново-намытые	<u>730</u> 3,1	<u>918</u> 3,9	+188	+0,8
Прочие	<u>94</u> 0,4	<u>23</u> 0,1	-71	-0,3
Итого	<u>23549</u> 100	<u>23549</u> 100	+3085 -3085	+13,1 -13,1

нях. Уменьшилась площадь черноземов средне- и сильносмытых за счет их частичной трансформации в слабосмытые и несмытые виды. Аналогичные изменения претерпели солонцеватые почвы благодаря переходу в несолонцеватые. Уменьшились площади и других классификационных и агропроизводственных групп почвенного покрова.

Показательным в этом отношении является уменьшение площади аллювиальных дерновых почв малых рек и увеличение дерново-намытых почв балок, что служит косвенным признаком повсеместно распространенных в зоне степи глубоких и негативных изменений в их гидрологическом режиме. Поэтому, несмотря на положительную трансформацию почвенного покрова этого хозяйства на площади около 3 тыс. га, что составляет 13 % его общей площади, необходимы дополнительные противозерозионные меры по регулированию поверхностного стока (облесение берегов и пойм рек, днищ балок и суходолов, устройство противозерозионных прудов повышенных классов надежности и др.). Эти меры будут способствовать повышению уровня грунтовых вод, предупреждению заилиenia гидрографической сети, увеличению площади гидроморфных почв.

Создание в границах существующих хозяйств или водосборов культурных лесоаграрных ландшафтов с широким диапазоном экологических условий служит надежной гарантией его устойчивости, долговечности и высокой продуктивности.

Высокоэффективным в почвозащитном отношении явилось создание к началу 60-х годов защитных лесных насаждений на Поволжской АГЛОС площадью 182 га. Под их влиянием находится 71,5 % пашни, облесенность которой 4,6 %. Общая лесистость хозяйства — 12 %. На защищенной лесными полосами территории накапливается снега в 1,5–2 раза больше, чем на открытых полях. В сочетании с агротехническими приемами противозерозионные лесонасаждения на 25–40 мм снизили поверхностный сток, на 45–90 — увеличили общую увлажненность территории, повысили запасы продуктивной влаги в слое 0–2 м на 40–135 мм. Улучшение гидрологического режима создало благоприятные предпосылки для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. За XI пятилетку средняя урожайность зерновых составила 24 ц/га, тогда как в соседних хозяйствах, где облесенность пашни всего 0,6–1,3 %, — 16 ц/га.

Сравнительный анализ крупномасштабных почвенных карт Поволжской АГЛОС показал, что 30-летнее функционирование почвозащитной системы земледелия, основной конструктивный элемент которой — защитные лесные насаждения, способствовало улучшению состава почвенного покрова (табл. 7.16). Произошло сокращение площади средне- и сильносмытых черноземов, увеличилась же площадь слабосмытых. Часть площади маломощных видов трансформировалась в среднемощные, в результате чего качество почвенного покрова улучшилось на 1/6 площади хозяйства.

Более значительные изменения произошли под влиянием систем противозерозионных лесонасаждений на юге Приволжской, возвышен-

7.16. Изменение площадей почвенного покрова Поволжской АГЛОС Куйбышевской области под влиянием системы заповитных лесонасаждений

Почвы	Площадь, га/%		Баланс площадей	
	1949 г.	1984 г.	га	%
Черноземы обыкновенные среднегумусные среднемощные	731	861	+130	+4,0
	22,5	26,5		
Черноземы малогумусные среднемощные	650	770	+120	+3,7
	20,0	23,7		
Черноземы малогумусные маломощные	481	299	-182	-5,6
	14,8	9,2		
Черноземы слабосмытые	725	975	+250	+7,7
	22,3	30,0		
Черноземы среднесмытые	406	169	-237	-7,3
	12,5	5,2		
Черноземы сильносмытые	127	42	-85	-2,6
	3,9	1,3		
Лугово-черноземные	13	10	-3	-0,1
	0,4	0,3		
Черноземы обыкновенные в комплексе с солонцами (10-25 %)	16	10	-6	-0,2
	0,5	0,3		
Дерново-намытые	101	114	+13	+0,4
	3,1	3,5		
Итого	3250	3250	+513	+15,8
	100	100	-513	-15,8

ности, что видно при сравнении детальных почвенных карт эрозийного стационара ОПХ ВНИАЛМИ, составленных до создания лесных полос и спустя 30 лет (табл. 7.17, рис. 7.8 и 7.9).

Как показывают данные таблицы 7.17, площадь средне- и сильно-смытых почв, представлявших в домелиоративный период основной фон, уменьшилась с 82,6 до 48,9 %, а площадь несмытых почв возросла с 10,4 до 35,4 %. Увеличилась более чем в два раза площадь слабоэродированных почв. Однако это уже не исходный почвенный вид, т. к. он трансформировался в несмытые разности, а вновь сформировавшийся из более смытых почв.

7.17. Трансформация площадей почвенного покрова эрозивного стационара ОПХ ВНИАЛМИ под влиянием противоэрозионных лесонасаждений

Светло-каштановые почвы	Площадь, га/%		Баланс площадей	
	1950 г.	1980 г.	га	%
Мощные	3,0	5,3	+2,3	+4,8
	6,2	11,0		
Среднемощные	1,0	8,5	+7,5	+15,5
	2,1	17,6		
Маломощные	1,0	3,3	+2,3	+4,8
	2,1	6,8		
Слабосмытые	3,4	7,6	+4,2	+8,7
	7,0	15,7		
Среднесмытые	25,0	15,5	-9,5	-19,6
	51,6	32,0		
Сильносмытые	15,0	8,2	-6,8	-14,0
	31,0	16,9		
Итого	48,4	48,4	+16,3	+33,7
	100	100	-16,3	-33,7

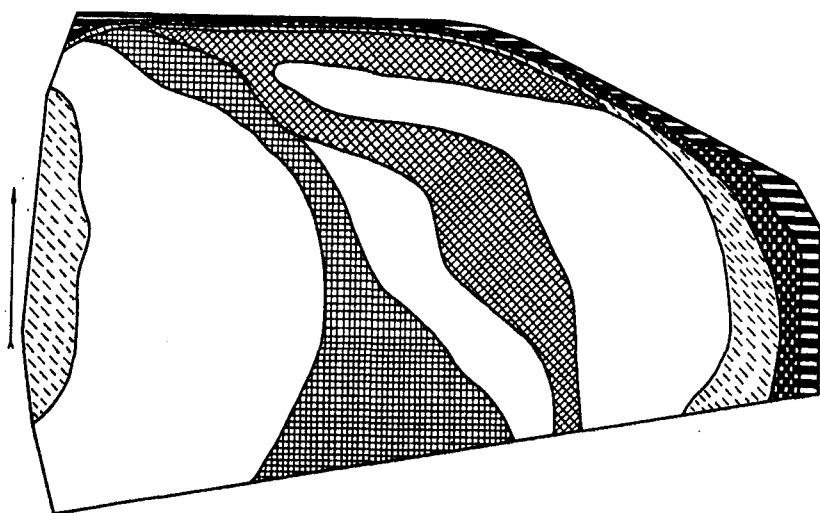


Рис. 7.8. Почвенная карта нелесомелиорированного склона на юге Приволжской возвышенности (1950 г.) (условные обозначения на рис. 7.9)

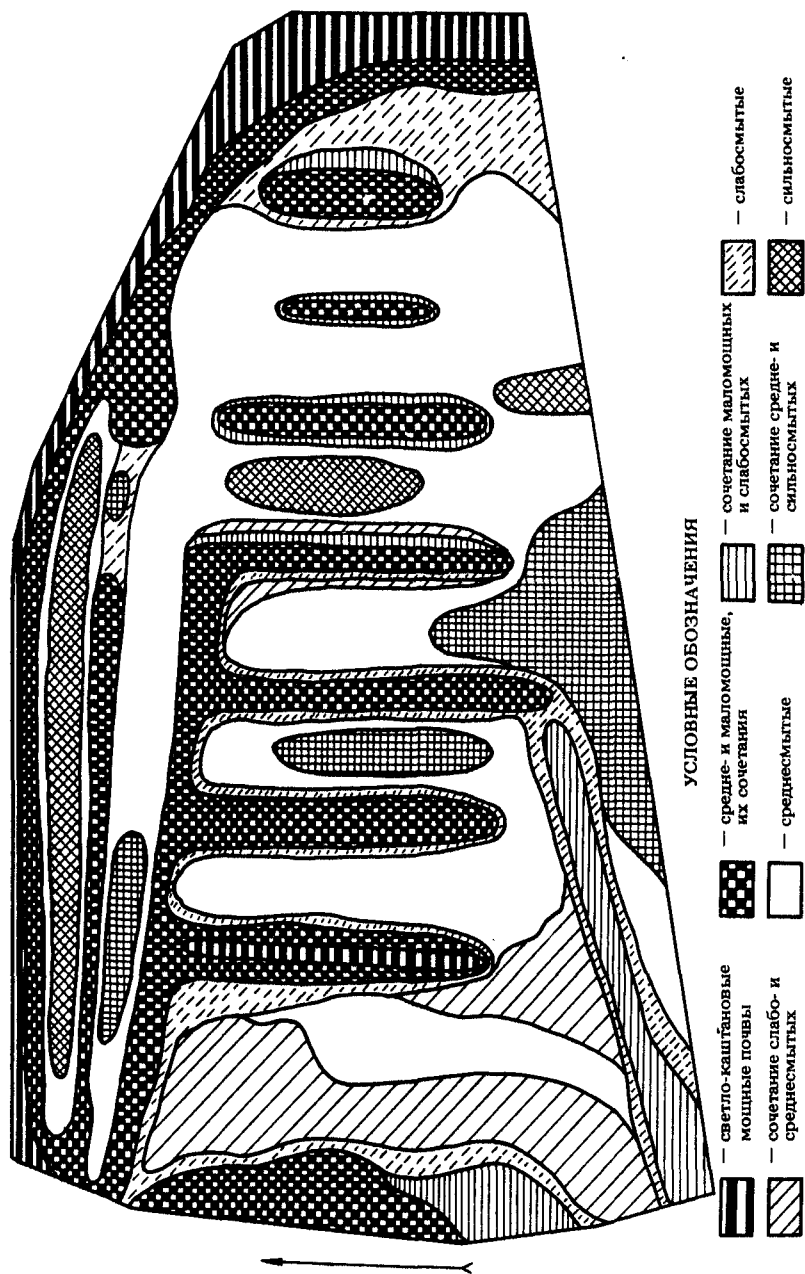


Рис. 7.9. Почвенная карта лесомелирированного склона на юге Приволжской возвышенности (1980 г.)

Положительный баланс площадей несмытых и слабосмытых почв равен почти 34 % всей площади стационара. Подобные преобразования в составе почвенного покрова вызваны 30-летним воздействием на него противоэрозионных лесонасаждений (7 га), занимающих 14,5 % всей площади. Без учета трансформированного почвенного покрова под пологом лесонасаждений площадь улучшенных почв (своеобразный коэффициент полезного действия системы противоэрозионных лесонасаждений на светло-каштановые смытые почвы) составила почти 20 %.

7.6. АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Расчет показателей агроэкономической эффективности выполнен в соответствии с действующими методическими разработками на примере возделывания озимой пшеницы под защитой противоэрозионных лесонасаждений эрозионного стационара ОПХ ВНИАЛМИ, расположенного в светло-каштановой подзоне юга Приволжской возвышенности.

Трехрядные лесные полосы общей шириной 9–10 м (междурядья 3 м) заложены на участках, подготовленных по системе однолетнего черного пара. Затраты на создание 1 га лесных полос составляют 397 руб., а их балансовая стоимость (с учетом удорожания посадочного материала и эксплуатации техники, а также накладных расходов) равна 445 руб.

Средние долговечность и эксплуатационный срок службы лесных полос из вяза приземистого составляют соответственно 30 и 20 лет, а их высота на фоне среднесмытых почв достигает 6 м. Дальность мелиоративного влияния защитного древостоя, при которой обеспечивается существенная прибавка урожая, распространяется на 9–10Н вниз и 5–6Н вверх по склону, а всего на 15Н. В соответствии с этим ширина межполосного пространства равна 90 м, облесенность пашни 10 %. Под защитой 1 га лесной полосы находится 9 га посевов. На лесомелиорацию 1 га пашни затрачивается 45–50 руб. капиталовложений. Сумма ежегодных отчислений на эксплуатацию лесных полос в расчете на 1 га посевной площади с учетом общей нормы амортизационных отчислений (4,7 %) и поправочного коэффициента на агрессивность окружающей среды (1,5) составляет 3,13 руб.

Проведенный в течение 5 лет учет урожайности озимой пшеницы на различном удалении от опушек лесных полос показал следующее: в зоне – 0–2Н она составляет в среднем 18,2 ц/га, 2–5Н – 21,7, 5–10Н – 19,4, 10–13Н – 18,8 и 13–15Н – 18,6 ц/га. Исходя из этих данных, средневзвешенная урожайность по всей ширине межполосного пространства равна 19,5 ц/га, в то время как на необлесенных полях, где применялась идентичная агротехника и был один и тот же предшественник, – 15,9 ц/га. Следовательно, прибавка урожайности от мелиоративного влияния лесных полос составляет 3,6 ц/га.

Возросший уровень урожайности на лесомелиорированной пашне обусловлен двумя факторами: повышением плодородия почвы от долговременного мелиоративного воздействия лесных полос и улучшением микроклиматических и гидрологических условий на защищаемых ими полях.

Исследованиями установлено, что за 30 лет после создания лесных полос исходные среднесмытые почвы в приопушечном поясе, равном, как минимум, 7-кратной высоте защитного древостоя, трансформировались в зонах 0–2Н вверх и 3–5Н вниз по склону на половине площади в слабосмытые, а в зоне 0–2Н вниз по склону на одну треть в несмытые и столько же в слабосмытые. Урожайность здесь возросла в сравнении с необлесенными полями на 3,9 ц/га, или на 25 %. При этом значительная часть прибавки урожая получена благодаря повышению плодородия почвы. Почвоулучшающая роль лесных полос выявлена нами таким образом.

По обобщенным данным опытной сети ВНИАЛМИ и литературных источников, а также сведениям о содержании гумуса в почвах разной степени смытости Г. П. Сурмачем (1976) получена следующая шкала снижения урожаев: на слабосмытых почвах – до 10–15 % (средний коэффициент для эродированного пояса 0,07), на среднесмытых от 10 до 40 % (средний коэффициент 0,25) по сравнению с несмытыми почвами. Другими словами, если принять уровень урожайности на несмытой почве водоразделов за единицу, то коэффициенты ее реализации на слабо- и среднесмытых почвах равны соответственно 0,93 и 0,75.

Используя эти коэффициенты, определили рост уровня урожайности от почвоулучшающего действия лесных полос. В зоне 0–2Н вниз по склону этот уровень равен 0,89 $[(1,0 + 0,93 + 0,75) : 3]$, а в зонах 0–2Н вверх и 3–5Н вниз по склону – 0,84 $[(0,93 + 0,75) : 2]$. Разделив полученные данные на коэффициент реализации урожая на исходной среднесмытой почве, нашли, что относительный прирост урожайности в первом случае составил 19 $[(0,89 : 0,75) : 100]$, во втором – 12 % $[(0,84 : 0,75) : 100]$, а в абсолютном выражении соответственно 3,0 $[(15,9 \cdot 19) : 100]$ и 1,9 ц/га $[(15,9 \cdot 12) : 100]$. Отсюда средневзвешенная прибавка урожайности от повышения плодородия почвы составила 2,2 ц/га, а в пересчете на всю межполосную площадь 1 ц/га $[2,2 : (15Н : 7Н)]$, или 28 % от общей прибавки, полученной в результате интегрального мелиоративного воздействия лесных полос на почву и посевы.

Хозяйственная прибавка урожайности, т. е. за вычетом недобора зерна на занимаемой лесными полосами площади, а также в связи с тем, что защитный древостой к моменту ввода его в эксплуатацию не достигает проектной высоты и поэтому не обеспечивает 100 %-ной защищенности посевов на межполосных пространствах, составила 1,6 ц/га. Именно на такую величину в среднем возрастает валовой сбор зерна на облесенной пашне, в т. ч. от защитно-мелиоративного действия лесных полос на 1,15 и почвоулучшающего – на 0,45 ц/га, а в целом на 10 %.

Для выявления экономической эффективности стокорегулирующих лесных полос на основе современной агротехники, действующих норм и расценок, рекомендуемых доз внесения органических и минеральных удобрений составлены технологические карты на возделывание и уборку озимой пшеницы на облесенных и необлесенных полях. Итоговые данные этих карт приведены в таблице 7.18.

7.18. Сравнительные затраты на производство зерна озимой пшеницы, руб/га

Показатели	Необлесенные поля (контроль)	Поля под защитой лесных полос	Относительное отклонение, %
Затраты на приобретение и внесение удобрений:			
основная доза	19,22	18,26	-5
добавочная "	0,87	—	-100
Подготовка почвы по системе черного и занятого пара (75 и 25 % площади)	15,50	14,73	-5
Посев и уход за посевами	22,23	21,12	-5
Эксплуатация лесных полос	—	3,13	+100
Уборка урожая:			
основного	15,47	14,70	-5
дополнительного	—	1,42	+100
Всего полных затрат	73,29	73,36	-0,1
Урожайность, ц/га	15,9	17,5	+10
Себестоимость зерна, руб/ц	4,61	4,20	-9

Экономия материально-денежных затрат в системе стокорегулирующих лесных полос обусловлена тем, что на занимаемой насаждениями площади не проводятся полевые работы, не расходуются семена, удобрения, пестициды, а в почвоулучшенном поясе не требуется внесение добавочной дозы органических и минеральных удобрений, т. к. плодородие смытых почв в известной мере восстанавливают сами лесные полосы. Несмотря на то что на лесомелиорированной пашне возникают расходы, связанные с эксплуатацией лесных полос, уборкой, транспортировкой и послеуборочной доработкой дополнительной продукции, суммарные материально-денежные затраты на 1 га посевной площади практически одинаковы с необлесенными полями. Вследствие более высокой урожайности на полях под защитой лесных полос себестоимость производства валовой продукции снижается на 9 %. Чистый доход от реализации 1 ц дополнительно собранного зерна при его закупочной цене 10,2 руб. составил 10,16 руб.

Значительный экономический эффект получен от почвоулучшающей роли противозрозионных лесонасаждений. Результаты исследований показали, что в слое 0–50 см почвоулучшенных поясов происходит ежегодное накопление гумуса, подвижного фосфора и обменного калия соответственно 330, 0,86 и 7,28 кг/га, а в пересчете на все межпо-

7.19. Динамика роста агрономической эффективности под мелноративным воздействием 1 га стокорегулирующей лесной полосы с изменением высоты древостоя

Показатель	Пар 1 год	Возраст лесной полосы, лет										В среднем за 1 год эксплуата- ции
		1	2	3	4	5	6	12	13	15	16	30
Средняя высота древостоя, м	—	0,4	1,0	1,6	2,2	2,75	3,3	5,3	5,45	5,75	5,85	5,85
Дальность влияния древостоя при 15Н, м	—	—	—	24	33	41	49	80	82	86	88	88
Защищено посевов: %	—	—	—	27	37	45	56	89	91	96	98	98
га	—	—	—	2,4	3,3	4,0	5,0	8,0	8,2	8,6	8,8	8,8
Прибавка урожайности (3,6 ц/га):	—	—	—	8,6	11,9	14,4	18,0	28,0	29,5	31,0	31,7	31,7
на защищенных посевах, ц	—15,9	—15,9	—15,9	—7,3	—4,0	—1,5	+2,1	12,9	13,6	15,1	15,8	15,8
за вычетом недобора зерна на пашне, занятой ЛП (15,9 ц/га), ц	—15,9	—31,8	—47,7	—55,0	—59,0	—60,5	—58,4	—3,3	+10,3	39,7	55,5	285,7
то же нарастающим итогом												14,3
Стоимость прибавки (10,2 руб/ц) урожайности, руб:												
за текущий год	—162	—162	—162	—74	—41	—15	+21	132	139	154	161	161
нарастающим итогом	—162	—324	—486	—560	—601	—616	—595	—33	+106	406	567	2911
Агролесомелиоративный доход (10,2 — 0,04 = 10,16 руб/ц), руб.:												
за текущий год	—161	—161	—161	—74	—41	—15	+21	131	138	153	160	168
нарастающим итогом	—161	—322	—483	—557	—598	—613	—592	—32	+106	404	564	2901

лосное пространство — 154, 0,4 и 3,4 кг/га. Для того чтобы добиться соответствующего накопления гумуса и питательных элементов на 1 га необлесенных полей, необходимо внести 1,54 т навоза, 0,9 кг суперфосфата двойного гранулированного и 6,1 кг хлористого калия. С учетом срока действия и последствий навоза (3–4 года), фосфорных и калийных удобрений (3 и 2 года) производственные затраты на 1 га посева возрастут на 87 коп. Поскольку в системе стокорегулирующих лесных полос внесение добавочной дозы удобрений не потребовалось, то на каждом дополнительно полученном центнере зерна от почвоулучшающего эффекта защитного древостоя произошла экономия затрат в сумме 1,93 руб.

По данным таблицы 7.19 видно, что стокорегулирующие лесные полосы начинают "работать" на урожай с третьего года их жизни, т. е. с момента смыкания крон деревьев в рядах. К этому времени они достигают высоты 1,5–2 м и обеспечивают эффективное мелиоративное влияние на посевы примерно на одной четверти площади межполосного пространства. В 13-летнем возрасте защитного древостоя наступает положительный агролесомелиоративный эффект, когда ежегодная прибавка урожая зерна начинает превышать его недобор на занятой лесными полосами площади. Капиталовложения на создание лесных полос окупаются в течение всей их жизни 6,5 раза.

Стокорегулирующие лесные полосы, являясь основными производственными фондами сельскохозяйственного назначения, характеризуются высокими показателями агроэкономической эффективности использования их в земледелии. Это подтверждается следующими данными.

Среднегодовой объем производства дополнительной продукции от мелиоративного влияния 1 га лесной полосы:	
количество, ц	14,3
стоимость, руб.	146
фондоотдача на 1 руб. балансовой стоимости, руб.	0,33
Среднегодовая сумма чистого дохода от 1 га лесной полосы, руб.	145
Кoeffициент эффективности использования капиталовложений в лесную мелиорацию пашни	0,33
Средний срок окупаемости лесных полос в период их эксплуатации, лет	3

Таким образом стокорегулирующие лесные полосы являются эффективным и сравнительно недорогостоящим средством повышения плодородия почвы и интенсификации земледелия. Они обеспечивают увеличение валового сбора зерна на 10 % при одновременном снижении его себестоимости на 9 %. Капиталовложения на облесение склоновых земель окупаются чистым доходом за 3 года эксплуатации лесных полос.

8. ЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ МАЛОПРОДУКТИВНЫХ ЗЕМЕЛЬ АРИДНОЙ ЗОНЫ

Преобладающая территория Юга и Юго-Востока СССР представлена малопродуктивными "хрупкими" ландшафтами. Достаточно даже кратковременного неумеренного антропогенного воздействия, попытки взять от земли больше, чем она способна отдать безболезненно, и ее поверхность лишается почвенно-растительного покрова, превращается в подвижные пески, уничтожающие на своем пути пастбища, сенокосы, пашни, заставляя население покидать обжитые места.

Многолетние исследования отечественных и зарубежных научных учреждений показали, что действенным и порой единственным способом восстановления, стабилизации и оптимизации экологического баланса природных ландшафтов в режиме их интенсивного использования является лесомелиорация. По данным ВНИАЛМИ [3, 29, 35], мелиоративные функции леса проявляются в многофакторном его влиянии на эдасферу, распространяющемся на 500–1000-метровый слой приземной атмосферы и на десятки метров верхней толщи почво-грунтов в зоне аэрации и насыщения грунтовыми водами.

Снижая скорость ветра и выделяя в атмосферу значительное количество десугированной влаги, лесонасаждения устраняют опасность дефляции мелиорируемой территории, накапливают снег, снижают физическое испарение и увеличивают влажность почвы и воздуха. Имеются и другие благоприятные проявления лесной среды, гармонично сочетающиеся в лесоаграрных ландшафтах – угодьях интенсивного природопользования, обеспеченных системой лесонасаждений.

В таких ландшафтах наиболее полно реализуются все фитоэкологические ресурсы, в том числе 50–400 мм дополнительной влаги из альтернативных источников (грунтовые воды, перераспределенные атмосферные осадки, парообразная влага зоны аэрации), недоступные для природных растительных сообществ. В результате в них ежегодно формируется от 5 до 30–40 ц дополнительной фитомассы – кормов, зерна, древесины и другой продукции.

Однако комплекс неблагоприятных климатических, эдафических и гидрологических факторов, проявляющихся в различном сочетании, ограничивает возможность лесомелиорации аридных территорий. Усилия лесоводов долгое время оставались весьма малоэффективными, а порой и бесплодными. Только при благоприятных погодных условиях на лучших влагообеспеченных участках песков удавалось ценой больших затрат ручного труда и средств вырастить долговечные насаждения, существующие до настоящего времени.

В годы советской власти, особенно в послевоенный период, появилась возможность для широкомасштабного лесоразведения в аридной зоне. В период 1949–1957 гг. на песках заложено 73 тыс. га насаждений. Однако и к этому времени еще не было необходимой теоретической базы для планомерного их освоения, отсутствовали эффективные

технологии посадки и выращивания леса, специальные машины и орудия. Только в некоторых местах (на Украине и в Ростовской области) удалось сохранить 60–70 % насаждений, на остальной территории лес прижился на 10–15 % засаженной площади, в отдельных же районах все посадки погибли. К началу 60-х годов от лесных посадок, созданных в указанный выше период, осталось около 19 тыс. га.

Учитывая вышеизложенное, Всесоюзный научно-исследовательский институт агролесомелиорации (ВНИАЛМИ), Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации (УкрНИИЛХА, ныне НПО "Укрлес"), Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ), а также специалисты лесного хозяйства института "Союзгипролесхоз" и других научно-исследовательских и проектных организаций в течение 1952–1985 гг. осуществили цикл научных исследований и практических мероприятий с целью повышения эффективности мелиорации и лесоаграрного освоения песчаных земель европейской части СССР.

Работа, отмеченная в 1986 г. Государственной премией СССР в области науки и техники (В. Н. Виноградов, А. Г. Гаель, Ю. М. Жданов, Н. С. Зюзь, В. А. Кузнецов, Н. Ф. Кулик, А. Н. Недашковский, В. И. Петров, С. Н. Руденко, С. Ф. Хуруджи, Г. И. Цыплаков, Ф. М. Щербаков), включила в себя изучение природных условий и разработку теоретических основ облесения песков, разработку технологий и механизмов для лесоразведения на опустыненных песчаных землях и заросших песках, освоение научно-технических разработок в производстве.

8.1. ТЕОРИЯ ЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ И КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ ПЕСКОВ

Неудачи, сопровождавшие лесоразведение на песках вплоть до 50-х годов, послужили поводом для всесторонней оценки их причин, побудили ученых к многоплановым исследованиям природы песков и динамики свойств песчаных отложений под влиянием леса. В процессе этой работы изучены генезис песков, обеспеченность элементами питания, водный и солевой режимы и другие характеристики, определяющие степень лесопригодности, а следовательно, и результативность облесения арен.

Генезис, минералогия, почвы. Песчаные массивы региона расположены в трех климатических зонах: сухостепной со среднегодовой суммой осадков 300–400 мм (Нижнеднепровские, Придонские, Приволжские, южная и юго-западная части Терско-Кумских песков), полупустынной со среднегодовой суммой осадков 250–300 мм (северная часть Волго-Уральских и западная часть Кумско-Волжских песков) и пустынной (южные районы Прикаспия), где сумма осадков менее 250 мм. Они сформировались в долинах рек из коренных, подвергшихся сильному гипергенезу песков неогеновой и меловой эпох. При этом почти все неустойчивые минералы из них выветрились, остался в основном наиболее устойчивый – кварц (Гаель, 1984).

Пески Дона бедны по минералогическому составу — почти чисто кварцевые, бескарбонатные. Песчаные и супесчаные почвы начали страдать здесь от скотоводства и распахки в основном с конца XVIII в., к концу же XIX — началу XX вв. они почти повсеместно были развеяны.

В устье Днепра массивы бугристо-грядовых песков чередуются с долинообразными понижениями. В эпоху бронзы здесь уже существовало отгонно-пастбищное скотоводство и проявлялся пастбищный сбой. В последующем в результате многократного и чрезмерного выпаса дерново-степные связно-песчаные почвы оказались здесь еще более разбитыми и развеянными, чем на Дону, — в среднем на глубину 1–1,5 м. На некоторых участках вся толща песка до капиллярной каймы оказалась отвеянной от глинистых частиц и остаточного гумуса. Такие бесплодные кварцевые пески долго не зарастают. Создавать на них лесные насаждения — задача чрезвычайно трудная: корни сосны не проникают в безгумусные отложения глубже 1–1,5 м.

Пески Терского массива, лежащего в Ногайской степи в междуречье Терек — Кума, образовались от выветривания горных пород Кавказа и принесены с гор Терекком. Они сохранили в себе первичные минералы до карбонатов включительно. В легкой фракции (92–95 %), кроме кварца, содержится 15–20 % полевых шпатов, а в тяжелой преобладают амфиболы, пироксены, слюды, доломит, кальцит, глаукоцит. В полупустынной части Ногайской степи Бажиганский, Тереклинский и Кумский массивы сложены полимиктовыми пылевато-тонкозернистыми песками с прослойками суглинка, но в отличие от арен Дона, Днепра и Терека они порой засолены и имеют минерализованные грунтовые воды.

Пески Терско-Кумского междуречья подверглись перевеванию 15–10 тыс. лет назад, антропогенная дефляция происходила неоднократно и в последующем, в том числе и в XX в.

Прикаспийская низменность между реками Кума, Волга и Урал заполнена с поверхности красноватыми мелкозернистыми слабокарбонатными песками, принесенными Волгой. Грунтовые воды обычно минерализованы. Эти пески так же, как и другие арены Юга и Юго-Востока, неоднократно перевевались, превращаясь в результате сильного периодического скотосбоя в барханы.

Таким образом, почвенный покров арен оказался чрезвычайно неоднородным по возрасту, а следовательно, по гумусности, гумусированности, содержанию физической глины и другим, определяющим плодородие, показателям. Самые молодые (50–5000 лет) примитивные и маломощные рыхлопесчаные почвы на песках антропогенных фаз дефляции имеют мощность гумусового горизонта 3–50 см. На песках климатогенных фаз дефляции мощность гумусовых горизонтов в зависимости от возраста почв составляет 70–80 см (дерново-степные среднемощные связнопесчаные почвы, 12–16 тыс. лет), 90–180 см (черноземовидные мощные супесчаные почвы, 16–65 тыс. лет).

Выявленные закономерности легли в основу ландшафтной клас-

сификации песков, позволили выделить их типы по хозяйственному назначению (Виноградов, 1980). Территории с древними наиболее плодородными и эрозивно устойчивыми связнопесчаными и супесчаными почвами отводят под полеводство, виноградарство и садоводство, а пески с примитивными и маломощными почвами — под пастбища и лесонасаждения хозяйственного и рекреационного назначения. На песках, выделенных под сельскохозяйственное освоение, создают различного вида защитные и мелиоративно-кормовые насаждения.

Водный режим. Песчаные земли в большинстве случаев имеют лучшие водно-физические свойства, чем приаренные территории с твердыми зональными почвами. Вследствие более глубокого погружения атмосферных осадков и уменьшения физического их испарения годовой расход влаги на транспирацию возрастает на 40–60 мм. Песчаные массивы, особенно степной зоны, являются источником стабильного летнего водопитания Дона и его притоков (например, Арчедино-Донской массив сбрасывает за лето в речную систему до 100 млн м³ воды). В полупустынном Прикаспии погружающиеся в пески осадки формируют линзы пресных грунтовых вод, которые впоследствии могут быть использованы лесом [21].

В аридных условиях высокополнотный лес не способен существовать без дополнительного к атмосферным осадкам увлажнения. Источником дополнительной влаги в большинстве случаев являются грунтовые воды, которые на песках более опреснены, чем на приаренных равнинах. Годовой их десукционный расход листовным лесом достигает 300–400 мм. Лишь сосняки существуют как саморегулирующаяся система на водопитании за счет атмосферных осадков, если их сумма не менее 300–350 мм.

Водно-режимные исследования Н. Ф. Кулика позволили определить оптимальные формы лесоразведения на песках: в степной зоне — массивное с использованием хвойных пород; в полупустыне — кулисное; в пустынной зоне наиболее рационально создавать колковые насаждения. В водном балансе арен основным приходным элементом являются атмосферные осадки, примерно половина их используется на транспирацию. Некоторое количество влаги (5–10 мм) дают гидрометеоры (туман, иней, изморозь) в опушечные ряды насаждений на песках Приволжской и Ергенинской возвышенности, в Предкавказье, на побережьях Азовского и Каспийского морей. Конденсация атмосферной влаги, в том числе рособразование — широко распространенное явление, однако суммарный эффект этого источника невелик.

Установлены транспирационные коэффициенты основных пород: для вяза приземистого, дуба черешчатого, робинии, тополей черного и гибридного, лоха узколистного они составили соответственно 1200–1400, 1400–1500, 1400–1600, 1500–1900, 1700 мм, а для сосны крымской и обыкновенной — 700–800 мм. Выявление этих физиологических показателей позволило обосновать площади водного питания деревьев в насаждениях различного назначения.

Особенностью водного режима арен является глубокое регулярное

промачивание почво-грунтов в осенне-зимний период в степной зоне. Это дало возможность рекомендовать весеннюю обработку почвы с одновременной посадкой, что удачно реализовано в разработанных энергосберегающих технологиях создания культур сосны с использованием машин МПП-1 и МЛУ-1.

Детальные исследования водного режима показали, что барханные пески — наиболее влагообеспеченный лесомелиоративный фонд аридной зоны. Они располагают большими запасами влаги в зоне аэрации и имеют линзы пресных грунтовых вод. Созданные на подвижных песках лесонасаждения обладают большим долголетием.

Выявлено положительное гидрологическое влияние лесонасаждений на песчаных территориях. Лес выделяет в атмосферу на 50 мм влаги больше, чем травянистая растительность. Эта вода может быть повторно включена во внутренний круговорот.

Солевой режим. Во многих случаях неудачи лесоразведения на песках аридной зоны связаны с представлениями об их повсеместной выщелоченности. Это представление оправдано лишь для степной зоны. В полупустыне и пустыне песчаные территории часто засолены настолько значительно, что пригодны лишь для произрастания галофитной растительности. Больше всего засолены пески Прикаспийской низменности, где отступившее море оставило огромные запасы солей.

В результате многолетних исследований изучены солевые характеристики основных арен Юга и Юго-Востока СССР и их изменение под влиянием лесонасаждений. Определена солеустойчивость древесных пород и установлена зависимость между ростом леса (долговечность, продуктивность) и соевыми характеристиками песков. Впервые произведена классификация грунтовых вод по степени доступности древесным растениям [34].

Установлено, что доступность грунтовых вод зависит от нескольких факторов, главным образом от глубины их залегания, химического состава, а также физико-химических свойств зоны аэрации.

Грунтовые воды доступны и используются лесом, если они расположены не глубже 3–12 м (в зависимости от сложения грунта), содержат солей не более 0,5–1 г/л, а в зоне аэрации нет "экранных" (солевых, чрезмерно твердых и др.) горизонтов, препятствующих нисходящему росту корней. На песках с доступными грунтовыми водами можно выращивать насаждения различного назначения даже из весьма влаголюбивых видов (ольха, тополи). При этом солевой режим территории существенно не меняется, но верхний слой песков несколько обогащается солями, что является положительным фактором в степной зоне с выщелоченными отложениями, поскольку они обогащаются элементами зольного питания.

Грунтовые воды ограниченно доступны, если при прочих равных из числа указанных выше условиях их минерализация превышает определенное для каждой из пород значение. Они могут использоваться лесом только как временный источник дополнительного влагообеспечения. В силу избирательной способности корней в зоне отбора

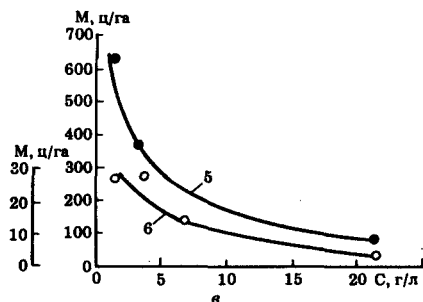
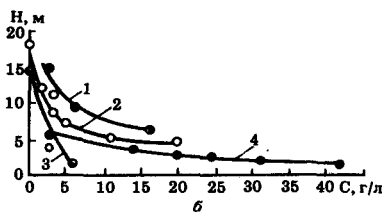
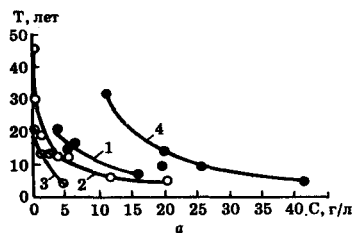


Рис. 8.1. Долговечность (а), высота (б) и надземная масса (в) лесонасаждений в Прикаспийской низменности в зависимости от минерализации грунтовых вод:

1 — вяз приземистый; 2 — робиния лжеакация; 3 — тополь черный; 4 — саксаул черный; 5 — масса древесины (ствол + сучья) робинии лжеакации; 6 — масса листьев

грунтовых вод — в капиллярной кайме — отлагается солевой балласт, возрастает концентрация электролитов в грунтовом растворе, увеличивая его осмотический потенциал. Часть солей мигрирует в грунтовые воды со скоростью около 0,5 м в год, осоляя водоносный горизонт на глубину до 10 м. Через некоторое время, когда сосущая сила древесных растений становится недостаточной для отбора минерализованного раствора из капиллярной каймы, насаждения начинают усыхать. Выявленные особенности солевого режима открыли возможность для прогнозирования основных характеристик насаждений, а следовательно, и для экономической оценки лесоразведения. Так, зная исходные солевые характеристики назначенных под облесение песков, можно определить долговечность насаждения и его таксационные показатели (рис. 8.1).

В любом другом случае: при более глубоком залегании грунтовых вод, наличии экранных горизонтов, а также, когда минерализация грунтовых вод превышает определенное для данной породы значение (например, для сосны обыкновенной и тополя черного 2–4 г/л, робинии и вяза приземистого 15–20, саксаула черного и тамарикса ветвистого 30–40 г/л), грунтовые воды недоступны для насаждений. На песках с недоступными грунтовыми водами в районах с малоснежными зимами и среднегодовой суммой осадков менее 300–350 мм могут расти лишь редкостойные насаждения древесных пород при пожизненных уходах за почвой. Исключение составляет сосна обыкновенная. Именно в таких экстремальных условиях выращены боры на

Нижнеднепровских песках и большие массивы леса на других аренах. Однако создание этих лесов потребовало разработки специальных технологий.

Вскрытые закономерности солевого режима имеют большое практическое значение, так как позволяют экономически и экологически обоснованно планировать работы по лесоразведению.

Лесомелиоративная классификация и картографирование арен и приаренных территорий. Лесомелиорация в аридной зоне сопряжена с множеством проблем, в том числе с недостатком информации в оценке степени лесопригодности земель. В связи с этим в течение 1980–1982 гг. ВНИАЛМИ разработал лесомелиоративную классификацию, а в 1982–1983 гг. – методику картографирования территорий, используемых в качестве природных пастбищных угодий (Петров, Кулик, 1986).

Методика предусматривает широкое использование аэрокосмической фотоинформации, почвенных, геоботанических и гидрологических карт. Дешифровочные признаки для выделения на аэро- и космических снимках лесомелиоративных категорий и типов получают на экологических профилях. Уточнение границ выделов на окончательном этапе картосоставления осуществляют аэровизуально.

По состоянию почвенно-растительного покрова выделено четыре лесомелиоративные категории пастбищ (I – опустыненные пастбища с подвижными песками, II – пастбища на бугристых песках, III и IV – пастбища на супесчаных и суглинистых землях), а в пределах каждой из категорий – четыре лесомелиоративных типа по наличию и видам источников дополнительного увлажнения (а и б – дополнительный источник увлажнения – доступные и ограниченно доступные грунтовые воды; в – перераспределенные атмосферные осадки; г – источники дополнительного увлажнения отсутствуют). Таким образом, получено 16 лесомелиоративных выделов, отличающихся между собой степенью лесопригодности в связи с особенностями водно-солевого режима, а также по функциональному назначению создаваемых на них видов насаждений, технологии лесомелиоративных работ и другим особенностям.

Методика лесомелиоративного картографирования пастбищ испытана успешно. Используя ее, ВНИАЛМИ составил лесомелиоративную карту пастбищ Прикаспийской низменности на площади более 30 млн га (Петров, Кулик, 1986). Выявлено 2 млн га опустыненных пастбищ с барханными песками, требующих неотложной лесомелиорации, и около 8 млн га пастбищ на бугристых песках, где для предотвращения ветровой эрозии и повышения продуктивности животноводства должно быть создано более 0,2 млн га лесонасаждений.

Эколого-морфология очагов опустынивания. При определенном сочетании климатических и антропогенных факторов песчаные и супесчаные земли в аридной зоне подвергаются ветровой эрозии, в результате чего возникают очаги опустынивания площадью до 5–10 тыс. га, полностью лишенные почвенно-растительного покрова. Они могут сливаться, образуя крупные опустыненные массивы.

В очагах опустынивания формируется водный режим промывного типа. Среднегодовое поступление атмосферных осадков в грунтовые воды в пустыне составляет 10–30 мм, в полупустыне 50–100, в степи 100–250 мм. Инфильтрационный поток вымывает легкорастворимые соли из зоны аэрации в водоносный горизонт, где со временем формируются пресные водные пласты. В 10–20-летних очагах, возникших на соленосных почвогрунтах в Прикаспии, среднегодовой вынос солей из зоны аэрации составляет 20–30 т/га.

Лесорастительные условия опустыненных территорий варьируют в зависимости от природно-климатической зональности, но практически во всех случаях они значительно благоприятнее в отношении водно-солевого режима, чем на прилегающих целинных землях. В степной зоне солевые горизонты в очагах опустынивания отсутствуют или представлены труднорастворимыми соединениями, минерализация грунтовых вод равна 0,2–3 г/л, возраст усыхания насаждений составляет 15–40 лет и даже более. В полупустынной и пустынной зонах данная категория земель также более благоприятна для лесоразведения, чем прилегающие равнины, но грунтовые воды под ними имеют минерализацию до 10–20 г/л, поэтому их лесомелиорацию необходимо осуществлять с использованием галофитной кустарниковой растительности.

В пределах каждого очага имеются три эколого-морфологические области (рис. 8.2), различающиеся между собой по степени засоленности почвогрунта, физико-химическим свойствам почвенно-грунтовых растворов и грунтовых вод, биологической активности и по другим, определяющим лесорастительные условия, параметрам. Эти области следующие: 1 – деструктивная, в наветренной части очага, где почва и грунт выдуты до базиса дефляции; 2 – деструктивно-аккумулятивная; 3 – аккумулятивная. В двух последних областях, занимающих 50–75 % площади очага, отложен в виде барханов выдутый из деструктивной области песок. В аккумулятивной области барханные пески лежат на полнопрофильных почвах, а в деструктивно-аккумулятивной – на их остатках, а порой даже на материнских породах. Такая морфологическая структура особенно отчетливо проявляется в полупустынной и пустынной зонах Прикаспия, где преобладают восточные ветры, а пески переслаиваются супесями, суглинками и глинами.

Неоднородность лесорастительных условий иллюстрируется следующими данными, полученными нами в одном из очагов опустынивания в сухостепной зоне (Нефтекумский район, Ставропольский край): солесодержание в почвогрунтах деструктивной, деструктивно-аккумулятивной и аккумулятивной областей составило соответственно 0,04–0,05 %, 0,02–0,03 и 0,04–0,10 %, а минерализация грунтовых вод и почвенно-грунтовых растворов находилась в пределах 0,6–1,3 г/л, 0,4–0,7 и 0,5–3,0 г/л. В полупустынной зоне солесодержание в различных областях очагов изменяется от 0,04 до 0,60 %, а минерализация грунтовых вод и почвенно-грунтовых растворов – от 1 до 20 г/л.

При естественном зарастании опустыненных территорий травами

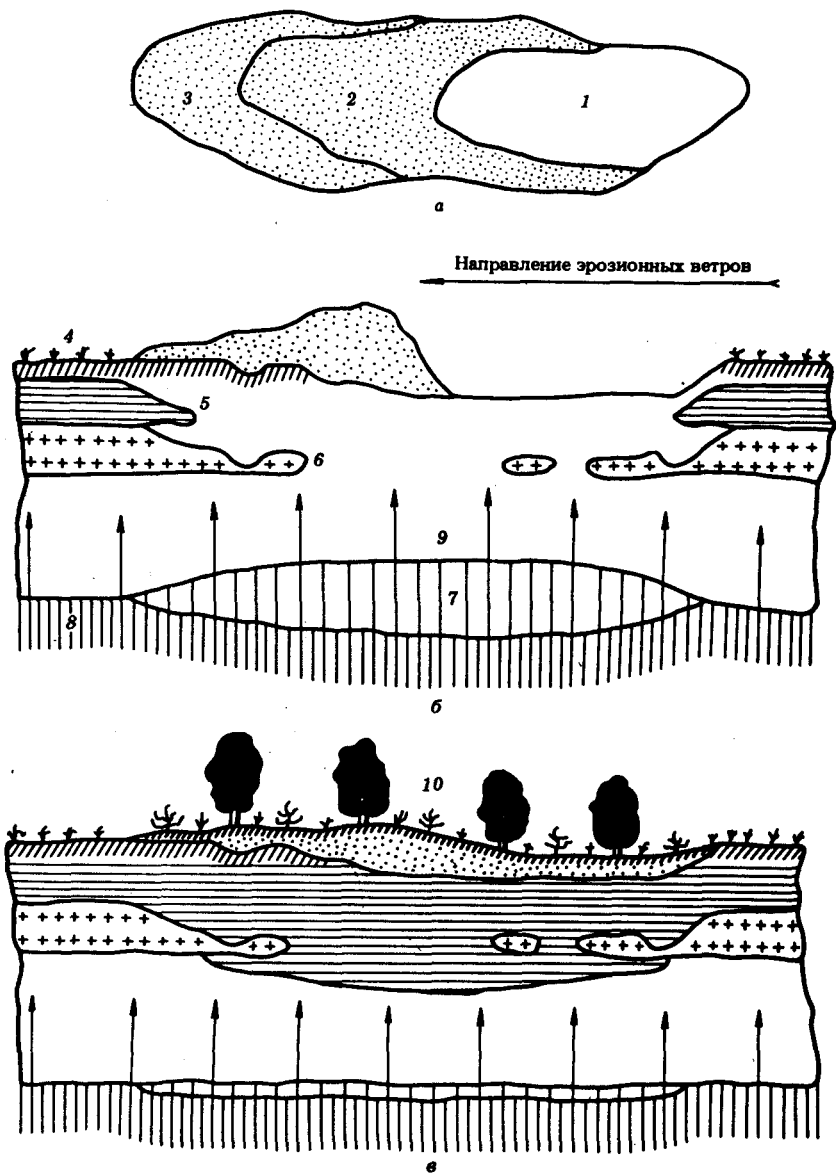


Рис. 8.2. Эколого-морфологическая схема очага опустынивания (а — план, б — профиль) и лесопастбищного ландшафта (в), созданного в этом очаге:

1, 2 и 3 — деструктивная, деструктивно-аккумулятивная и аккумулятивная области; 4 — естественный почвенно-растительный покров; 5 и 6 — постоянно сухой и солевой горизонты; 7 и 8 — пресные и минерализованные грунтовые воды; 9 — капиллярная кайма; 10 — искусственный трехъярусный лесопастбищный фитоценоз

водный режим трансформируется из промывного типа в непромывной, одновременно с этим происходит соленакопление в зоне аэрации и в водоносном горизонте. В Терско-Кумском междуречье, например, на местоположениях с близкими (3–4 м) грунтовыми водами в первые 50–60 лет после зарастания подвижных песков запасы солей в почвогрунте увеличиваются ежегодно на 2–3 т/га, а минерализация грунтовых вод возрастает на 0,2–0,3 г/л. Лесоразведение также сопровождается изменением водно-солевых характеристик песков.

8.2. ЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ ОПУСТЫНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Барханные подвижные пески – типичный элемент аридных ландшафтов, возникающий в результате уничтожения растительности и почвы. Это непродуцирующие земли. Кроме того, перемещаясь под действием ветра, такие пески засыпают и делают бесплодными прилегающие к ним угодья, заносят оросительные каналы, хозяйственные постройки, повреждают линии электропередач, транспортные магистрали. При этом создается жесткая дискомфортность условий среды, снижается работоспособность населения, а в годы активного проявления дефляции происходит интенсивный отток его из районов опустынивания. Особую озабоченность в связи с разрушением почвенно-растительного покрова вызывает Прикаспийская низменность, главным образом Черные земли, где прирост опустыненных пастбищ составляет около 5 га/ч. Требуется значительные усилия лесоводов для сохранения и восстановления этого пастбищного региона.

Так, зимой и весной 1984 г. на Черных землях сложились благоприятные условия для вспышки дефляции: сильные ветры, сухая почва и перегрузка пастбищ. В результате этого в отдельных хозяйствах вышло из строя до 40 % пастбищных площадей. Ветер вырывал с корнем кормовые травы, поднимал тучи песка и пыли, которые засыпали толстым слоем участки выпасов с сохранившимся травостоем. В этой сложной обстановке исключительно ярко проявилась защитная роль лесонасаждений. Аэровизуальные и наземные исследования ВНИАЛМИ показали, что пострадали только пастбища, не имевшие защитных насаждений. На облесенных же пастбищах каждые 100 га кустарниковых насаждений полностью предохранили от выдувания и засыпания 200–600 га прилегающей пастбищной территории, спасли от бескормицы и гибели во время зимовки 25–50 овец. Насаждения защитили проходящие по песчаной территории каналы: там, где вдоль их трасс имелись насаждения, русло полностью сохранило свое сечение, а на безлесных участках каждый километр канала поглотил 10–30 тыс. м³ песка. Таким образом, закрепление песков в данном регионе – одна из важнейших хозяйственных и социальных проблем, в решении которой особая роль принадлежит защитному лесоразведению.

Начиная с 30-х годов текущего столетия испытывалось несколько способов создания насаждений на барханных песках без дополнитель-

ных защит: ручная посадка хлыстов в глубокие шурфы и скважины, длинных черенков под штыревые мечи, черенковых саженцев в ямы, скважины и глубокие борозды. Однако они были весьма трудоемкими или неудовлетворительными из-за низкой приживаемости черенков и засыпания отрастающих от них побегов песком. Эффективным оказался лишь разработанный в 60-х годах А. И. Поляковой и другими сотрудниками Ачикулакской НИЛОС ВНИАЛМИ способ глубокой механизированной посадки сеянцев и черенковых саженцев.

Сущность данного способа заключается в посадке крупномерных (высотой более 120 см) растений под переоборудованную машину ВУМ-60 на глубину 60–70 см, что спасает культуры от выдувания. Имея высокую надземную часть, растения не страдают от частичного засыпания песком, а также от засекания, поскольку кроны располагаются выше слоя приземного ветропесчаного потока.

В последующие годы во ВНИАЛМИ была разработана специальная лесопосадочная машина МЛБ-1, предназначенная для посадки саженцев на барханных песках. Машиной можно высаживать саженцы различных пород: робинии, тополя, вяза, тамарикса, джугзуна, шелюги, саксаула и др. Ее применение обеспечивает высокую (80–95 %) приживаемость культур и повышает производительность труда по сравнению с ручной посадкой в 20 раз. Годовой экономический эффект от работы одной машины составляет более 6 тыс. руб. Кроме выполнения посадок на подвижных песках, МЛБ-1 находит широкое применение при создании пастбищезащитных и прифермских насаждений, лесополос вдоль оросительных каналов и дорог, а также при озеленении населенных пунктов на различных типах почв средней твердости.

Машина МЛБ-1 существенно расширила возможности закрепления барханов. Однако барханные пески – лишь часть очага опустынивания, и их облесение не решает проблемы восстановления почвенно-растительного покрова на всей его площади, пока существует возможность дальнейшего развития дефляции в деструктивной (подовой) области. Без лесомелиоративного вмешательства поды продолжают разрушаться до абсолютного базиса дефляции – капиллярной каймы и со временем могут превратиться в солончак из-за физического испарения питающих капиллярную кайму грунтовых вод.

В результате исследований, проводившихся одновременно в течение нескольких лет в Терско-Кумском, Кумско-Волжском и Волго-Уральском междуречьях, ВНИАЛМИ разработал способ дифференцированной лесомелиорации очагов опустынивания. Были выявлены ассортимент пород и технология создания насаждений, обеспечивающие наибольший эффект при облесении всей площади очага дефляции с целью создания лесопастбищных угодий.

Технология работ заключается в следующем. Перед посадкой защитных насаждений (ранней весной или осенью) на мелких и средних по площади (до 500 га) очагах всю деструктивную область вспахивают на глубину 35–45 см лентами шириной 1–1,5 м через 8–10 м поперек направления эрозионных ветров. По осям лент машинами

СЛН-1 и СЛЧ-1 высаживают через 0,8–1 м сеянцы тамарикса, джужгуна, терескена или других кустарников (в зависимости от засоленности и сложения грунта). Через год в барханной области методом глубокой посадки создают мелиоративно-кормовые насаждения из джужгуна и пастбищезащитные лесные полосы из тополя, акации, вяза (в зависимости от минерализации грунтовых вод). Ветровая эрозия прекращается через 2–3 года, после чего территория зарастает естественным травостоем (или засеивается кормовыми травами) и используется в качестве пастбищного угодья. На крупных (более 500 га) очагах опустынивания с мелкобарханскими песками посадке насаждений должна предшествовать обработка почвы в деструктивных областях путем поделки борозд-валов [25]. Такая технология может быть применена в рассматриваемом регионе на площади около 0,8 млн га. Затраты на облесение 1 га очага с использованием разработанных нами способов составляют, в зависимости от применяемого вида посадочного материала, 33–120 руб.

Таким образом, разработанные способы закрепления песков позволяют фиксировать рельеф на всей площади очага опустынивания. Созданные на ранее непродуцировавших территориях лесные насаждения дают древесину (тополь, робиния) или пастбищный корм (молодые побеги джужгуна, терескена и др.), под их защитой формируются естественные или сеяные травянистые пастбищные фитоценозы.

8.3. РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ОБЛЕСЕНИЯ ЗАРОСШИХ ПЕСКОВ

Массивы задерневших, потерявших подвижность бугристых, бугристо-грядовых и увалистых песков, образовавшихся вследствие интенсивных дефляционных процессов антропогенных стадий (фаз) различного возраста, – основной объект сплошного лесоразведения в засушливых областях европейской части страны. Малая мощность развивающихся на них почв, очень низкая влагоемкость и бедность минеральными элементами питания растений обеспечивают формирование скудного растительного покрова, а слабая их связность не допускает распашки этого типа песчаных земель, и даже экстенсивный выпас скота нередко ведет здесь к образованию подвижных песков.

В XIX в. разрушение земель с легкими почвами в степных областях России приняло характер национального бедствия. Для защиты селений от песка люди выходили целыми общинами на посадку кустарников и деревьев. Речь шла о существовании этих нередко крупных населенных пунктов, о судьбах большого числа семейств, их хозяйств, о земле. И все же на Дону, например, ряд хуторов были вынуждены переселиться с песчаного Левобережья на высокий правый берег с твердыми почвами. До 1917 г. было выращено всего несколько тысяч гектаров лесных насаждений, разбросанных мелкими участками на обширных пространствах песков степной зоны юга и юго-востока европейской части страны.

В настоящее время свыше 450 тыс. га лесных, в основном сосновых, насаждений произрастает на песчаных землях степных и полупустынных районов по Днепру, Дону, Северскому Донцу, Волге и в Терско-Кумском междуречье, защищая от засыпания песком села и станицы, дороги и животноводческие помещения, прилегающие поля сельскохозяйственных угодий, крупные и малые реки.

Облесение Нижнеднепровских песков. До начала 50-х годов недостаточная изученность природы песков засушливых областей и биозологии древесных растений не позволяла разработать высокоэкономичные и эффективные технологии закладки лесных насаждений. Культуры сосны и лиственных пород создавали по паровой обработке почвы полосами шириной 30–50 м или по узким глубоким бороздам. Работы сопровождались серьезными неудачами. Не дала положительных результатов в производственных условиях посадка сосны в глубокие щели с внесением в них минеральных удобрений (Украинская сельскохозяйственная академия) или торфа (УкрНИИЛХА), с использованием гуминовых удобрений (Херсонский сельхозинститут) на площадях "голых" песков, предварительно закрепленных битумной эмульсией (Институт агрофизики ВАСХНИЛ).

В 1951–1956 гг. получил распространение торфяно-гнездовой способ культур сосны (б. Институт леса АН УССР): сеянцы высаживали группами на площадках после предварительного внесения торфа на глубину 30–40 см. Из-за высокой трудоемкости и малой эффективности его перестали применять с 1957 г., когда Нижнеднепровская НИС, УкрНИИЛХА и специалисты лесного хозяйства Херсонской области разработали технологию, получившую название "Нижнеднепровский способ культур сосны" (Виноградов, 1958, 1980).

Новый способ культур удачно сочетает комплекс агротехнических мероприятий, направленных на создание благоприятных условий влагообеспечения и роста саженцев сосны с одновременным использованием противодефляционных свойств естественной растительности. Это достигается дискованием почвы в лентах шириной 1,5–2 м и осенним безотвальным рыхлением песчаного грунта в них на глубину 60–80 см с целью маркировки будущих рядов культур и уничтожения травянистой растительности в зоне посадки сеянцев. Глубокое рыхление песчаных почвогрунтов положительно влияет на их скважность, температурный режим, водный и пищевой режимы создаваемых культур.

Расстояние между рядами культур (осевыми линиями обработанных лент) 2,5–3,5 м. Оно зависит от состава естественного травостоя и ветроэрозийной характеристики территории. Оставляемые между лентами узкие полосы естественной растительности выполняют роль биомеханической противодефляционной защиты почвы в течение первых 3–4 лет жизни культур. Периодическими механизированными уходами за почвой вдоль рядов сосны регулируют взаимоотношения между насаждением и травостоем в междурядьях. Практически все агротехнические приемы лесокультурного процесса механизированы.

Облесение Придонских песков. Идеи, заложенные в нижнеднепровском способе, оказались весьма плодотворными. Они позволили дифференцировать агротехнические приемы лесокультурных работ в широком диапазоне лесорастительных условий на песках Дона, Северского Донца, по Нижней Волге, в Терско-Кумском междуречье. До 1960 г. лесные насаждения здесь создавали в основном по паровой подготовке почвы полосами шириной от 9–12 до 24–30 м и даже больше. Межполосные пространства занимали под лес в 2–3 приема. В результате лесокультурные работы ежегодно охватывали территорию, в несколько раз превышающую площадь облесения, что затрудняло организацию производства. Качество создаваемых насаждений снижалось вследствие угнетения культур младшего возраста непосредственно примыкающими ранее заложенными, а полосная распашка почвы с систематическими культивациями часто приводила к развитию дефляционных процессов, особенно при повторных работах в случае гибели насаждений.

В 60-е годы нижнеднепровский способ был скорректирован применительно к Придонским пескам. В связи со значительно большей мощностью гумусовых горизонтов ($A + B = 60 - 90$ см против 15–20 см на Нижнем Днепре) глубокое безотвальное рыхление здесь менее эффективно, поскольку оно осуществляется в пределах легко осваиваемых корнями растений гумусовых горизонтов. Поэтому необходимы более ранние и интенсивные уходы за почвой. На массивах с типчаково-чабрецовой растительностью защитные (буферные) ленты в междурядьях в острозасушливые годы уничтожают уже в середине первого вегетационного периода путем сплошной плоскорезной или дисковой обработки каждого второго междурядья. В дальнейшем уходы за почвой ведут на 50 % площади до смыкания крон, ежегодно чередуя обработанные и необработанные междурядья. Это вдвое сокращает затраты на уходы, обеспечивает высокую влагообеспеченность и хороший рост культур, поддерживает противодефляционную устойчивость территории в первые годы после посадки. Для ухода за культурами используют созданный во ВНИАЛМИ культиватор КРЛ-1А с зубовыми ротационными рабочими органами ОРЗ-36.

По нижнеднепровскому способу, скорректированному с учетом местных условий, на Придонских песках заложено 132 тыс. га сосновых культур.

Недостатком нижнеднепровского способа является потребность в дополнительной прополке сорняков в рядах сосны. На песках Херсонской области ее осуществляют внесением симазина с адсорбентом (торф), препятствующим поступлению химиката к корням саженцев (Свистула, 1977). С разработкой Всесоюзным НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства лесопосадочной машины МПП-1 появилась возможность исключить химический и ручной уходы за культурами в рядах. МПП-1 нарезает минерализованные полосы в виде борозд с гребнями шириной 1,6–1,7 м и одновременно высаживает сеянцы сосны на дно борозд, взрыхленных на глубину до 50 см.

Посадка в борозды, подготовляемые весной одновременно с посадкой семян, имеет ряд преимуществ по сравнению с предварительной узколенточной подготовкой почвы, что обусловлено снятием дернины и обнажением слоя почвы, практически лишенного семян трав. В течение 2–3 месяцев после посадки культуры остаются чистыми от сорняков, в период приживания и начала роста находятся в наиболее благоприятной экологической обстановке, не нуждаясь в уходах.

Преимуществом посадки в борозды, особенно в условиях засушливого климата, является и перераспределение влаги по склонам ко дну борозды, что дает культурам сосны в год посадки дополнительно 30–50 мм летних осадков. Кроме того, высаженные в борозды растения меньше страдают от иссушения почвы благодаря глубокому (на 18–20 см относительно поверхности участка) размещению корневых систем и лучше приживаются, на год сокращается лесокультурный процесс [15].

Для рыхления почвы и уничтожения сорной растительности в рядах лесных культур, на откосах и гребнях борозд применяется созданный во ВНИАЛМИ серийно выпускающийся культиватор лесной для песков КЛП-2,5. Уход за почвой осуществляется методом седлания ряда посадок, высота которых не должна превышать 50 см. Повреждаемость культур 0,5–1,5 %, сорная растительность в рядах уничтожается на 90–95 %, а в лентах – на 95–97 %. При работе на площадях с волнистым и пологобугристым рельефом культиватор агрегируют с колесными тракторами класса 1,4, а на массивах бугристых песков – с гусеничными тракторами класса 3,0.

Применение КЛП-2,5 (1–2-кратный уход за сезон в течение двух лет после посадки) полностью исключает необходимость в ручной или химической (на кварцевых песках степной зоны) прополке сорняков: в рядах культур в течение всего вегетационного периода сохраняется достаточное количество продуктивной влаги. В конце лета ее запас в слое 0–100 см на 15–25 мм превышает содержание влаги в культурах по предварительной обработке почвы.

По новой технологии в первый год жизни культур сосны осуществляется всего три машинные операции (посадка и два механизированных ухода), в то время как в культурах по предварительной узколенточной подготовке почвы – 11 (5 раз при подготовке почвы, 1 – при посадке и 5 – при культивации). Отказ от применения гербицидов и резкое сокращение числа проходов тракторных агрегатов в процессе закладки насаждений имеют важное природо-охранительное значение.

Предложенная технология проверена в Придонских песках. В Арчединском опытно-показательном механизированном лесхозе Волгоградского управления лесного хозяйства в течение 1978–1985 гг. заложено 1945 га культур сосны. Все они сохранились и имеют хорошее состояние. Себестоимость 1 га составила 94 руб. 93 коп. Затраты топлива и смазочных материалов уменьшились на 35 %. Сохранность куль-

тур по предварительной узколенточной подготовке почвы на площади 1442 га составила в эти годы 73 % при себестоимости 1 га сохранившихся насаждений 182 руб. 92 коп.

В настоящее время посадка сосны в борозды по указанной технологии является основным способом облесения песков степной зоны. Эта технология с определенными коррективами может быть применена также на песках Казахстана, Западной и Восточной Сибири, в районах Прикаспия при закладке насаждений не только из сосны, но и из лиственных древесных и кустарниковых пород.

Лесоразведение на песках Терско-Кумского междуречья. В весьма сложных почвенно-климатических условиях песчаных массивов Терско-Кумского междуречья лесоразведение стало эффективным после научной разработки способов создания насаждений, выполненных сотрудниками Ачикулакской НИЛОС ВНИАЛМИ в 50–60-е годы.

Материалы исследований по водному режиму и влагообеспеченности лесных насаждений, солевому режиму почвогрунтов и грунтовых вод под лесными насаждениями, биоэкологии основных культивируемых древесных пород (Кулик, 1963, 1979; Петров, 1970 и др.) явились теоретической основой дальнейшего развития лесоразведения на Терско-Кумских песках. В частности, была обоснована необходимость расширения ассортимента пород: наряду с тополем, робинией и вязом на определенных типах песков целесообразно выращивать сосну. Сосновые насаждения в регионе расходуют влаги на десукцию в 1,5–2 раза меньше по сравнению с лиственными, и при годовой сумме осадков более 300 мм они могут формировать сомкнутый полог без использования грунтовых вод. При этом под лесом не происходит соленакопления в почвогрунте и грунтовых водах – явления, характерного для насаждений лиственных пород.

В 1970–1976 гг. была разработана агротехника закладки культур сосны, позволившая впервые для условий междуречья создать насаждения на базе современной технологии при малых затратах ручного труда. Ввиду более высокого потенциального плодородия полимиктовых песков и мощного развития естественного травостоя ширина обрабатываемых лент здесь должна быть увеличена до 3 м, а расстояние между рядами – до 4–4,5 м. Хорошее качество подготовки почвы достигается фрезерованием дернины с последующим безотвальным рыхлением на глубину 60–70 см или плантажной вспашкой предварительно продискованных лент с последующим выравниванием поверхности почвы. В последние годы осуществлен переход на технологию закладки культур сосны по бороздам без предварительной подготовки почвы. При этом вдвое сокращаются затраты труда на прополку сорняков в рядах. Открывается перспектива успешного использования гербицидов избирательного действия. Учитывая локальный разовый способ внесения гербицидов и быстрое разложение современных препаратов, фактическую нагрузку на экосистему (2–10 г/га) следует считать приемлемой.

В Терско-Кумском междуречье требуется создать около 35 тыс. га

насаждений сосны крымской, обладающей в данном регионе преимуществом над сосной обыкновенной по жизнеспособности, долговечности, засухоустойчивости.

Физическая мелиорация песков для целей лесоразведения. Один из показателей, определяющий засухоустойчивость и продуктивность лесных насаждений на песках степной зоны, — мощность корнеобитаемого слоя. На территориях с глубокими грунтовыми водами она обуславливается глубиной залегания непроницаемой для корней толщи слежавшегося кварцевого песка высокой твердости (более 2,0 МПа). На маловлагоемких песчаных почвах содержание продуктивной влаги в корнеобитаемом слое, как правило, не превышает 80–100 мм. Следовательно, в зонах выпадения осадков в холодный период года больше указанной величины значительная часть влаги (до 100 мм и больше) уходит за пределы ризосферы и не используется насаждениями, несмотря на весьма напряженный их водный режим. Сотрудниками ВНИАЛМИ разработан способ коренного улучшения лесорастительных условий таких песков путем рыхления их взрывами без выноса на поверхность. Этот способ предусматривает бурение скважин на глубину 6 м с размещением их 10×10 м и закладку в них аммиачно-селитровых, не образующих вредных для живых организмов продуктов распада, взрывчатых веществ из расчета 1,5 кг на 1 м глубины скважины.

Взрывом достигается рыхление песчаной толщи, причем в 75–78 % ее объема в слое 0–5,5 м твердость становится менее 1,8 (преимущественно 0,5–1,5) МПа (рис. 8.3). В результате мощность корнеобитаемого слоя увеличивается с 1–1,5 до 5–6 м, а его влагоемкость — с 65–70 до 180–190 мм. Основанные на экспериментальных данных расчеты показывают, что транспирационный расход влаги лесным насаждением на мелиорированной взрывом площади в районе Среднего Дона, например, может увеличиться в среднем со 170 до 260 мм, а продуктивность культур сосны — на полтора-два класса бонитета. Корневая стоимость дополнительно выращенной древесины составит 400–450 руб/га. Повысится долговечность и рекреационная ценность насаждений. На взрыхленных взрывами песчаных грунтах насаждения смогут дополнительно выделить около 210 т/га кислорода.

Освоенная корнями деревьев толща взрыхленного песка останется доступной и для последующих поколений лесных насаждений. Поэтому мелиоративный эффект рыхления кварцевых песков методом глубинных взрывов имеет долговременный характер.

Предложенный способ коренной мелиорации лесорастительных условий дает существенный экономический эффект на однофазных глубоководных кварцевых песках с маловлагоемкими почвами. В пределах степной зоны европейской территории страны он может быть применен на площади более 150 тыс. га как на необлесенных, так и на уже занятых лесными насаждениями территориях.

Таким образом, идеи В. В. Докучаева о благотворном влиянии леса на производительные силы земли приобретают особую актуальность

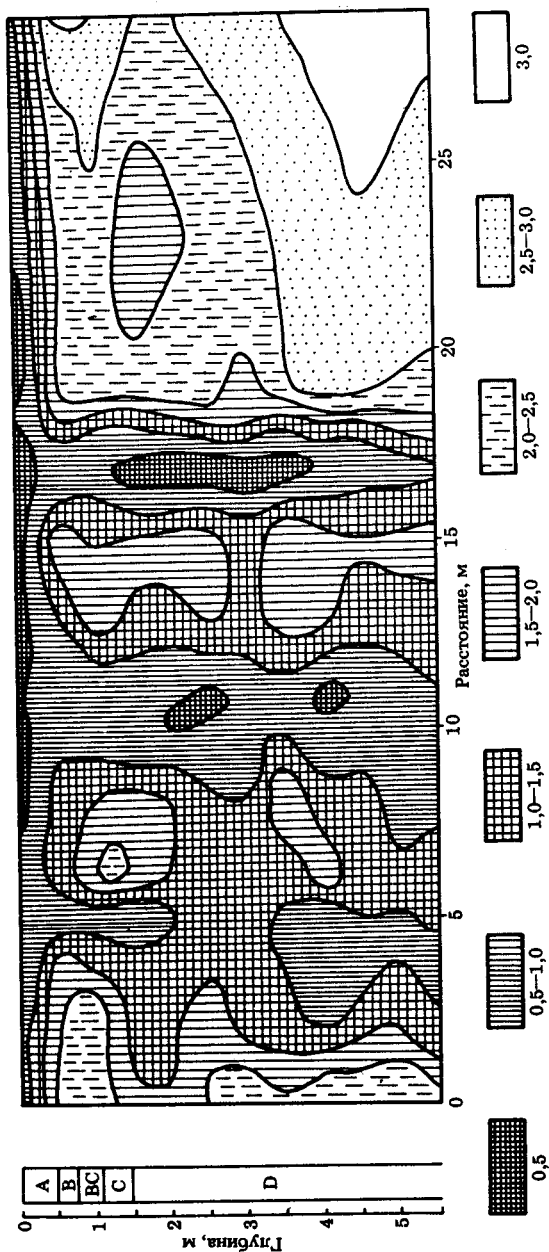


Рис. 8.3. Твердость (МПа) почвогрунта после рыхления взрывами аммонита 6-ЖВ (7-й участок Волгоградской производственно-экспериментальной лесомелиоративной станции):

A, B, BC, C — генетические горизонты светло-каштановой супесчаной почвы; D — неогеновый кварцевый песок

прежде всего в аридной зоне. Теория и практика лесомелиорации расширили представление о возможных формах природопользования в малопродуктивных "хрупких" экосистемах. Ранее бытовавший подход к выращиванию леса как основному виду хозяйственного использования песков трансформировался в целенаправленное комплексное освоение арен на базе адаптивных лесоаграрных ландшафтов, включающих в себя пахотные и пастбищные угодья, сады и виноградники, защитные, а также хозяйственно-рекреационные лесонасаждения. Существенно изменился фитоэкологический взгляд на супесчаные и суглинистые равнины с зональным почвенно-растительным покровом — традиционные пастбищные массивы. На них начали создавать насаждения для целей животноводства и реконструировать деградированные фитоценозы путем введения ценных кормовых растений, превращая естественные пастбища в новый вид угодий — продуктивные зоотехнические комфортные лесопастбища.

Получила развитие тенденция обогащения аридных территорий древесной и кустарниковой растительностью, что дает возможность более полно и интенсивно использовать местные фитоэкологические ресурсы и вместе с тем активно управлять экологическими режимами в крупных регионах — предотвращать процессы деградации и опустынивания и ликвидировать их последствия. Лесные мелиорации можно рассматривать как альтернативу крупным дорогостоящим проектам, ориентированным на орошаемое земледелие, призванным компенсировать потерю пахотных и пастбищных земель на многих сотнях тысяч гектаров только в районах юго-востока европейской территории страны. Например, переброской волжской воды по каналу Волга-Чограй на Черные земли предполагалось создать новые орошаемые системы по кормопроизводству взамен погибших (около 700 тыс. га) пастбищ. Между тем образовавшаяся в этом регионе пустыня ежегодно накапливает почти 0,5 км³ влаги атмосферных осадков. Здесь и без орошения создаются условия для подъема грунтовых вод, выхода на поверхность токсичных солей.

В настоящее время на песках юга и юго-востока европейской части страны уже создано свыше 1,2 млн га лесоаграрных ландшафтов. В них под защитой 450 тыс. га лесонасаждений около 300 тыс. га песчаных земель используется под пашню, а 400 тыс. — под пастбища; 20 тыс. га занято садами и виноградниками. На юго-востоке европейской части страны и в республиках Средней Азии фитомелиоративными методами, включающими в себя как основное звено лесомелиорацию, реконструировано около 4 млн га пастбищ с зональными "твердыми" почвами.

Результаты этих работ свидетельствуют о необходимости их дальнейшего расширения. Очевидно, что в ближайшие десятилетия фитомелиоративные операции должны быть сосредоточены в районах экологического бедствия — Прикаспии и Приаралье, где, по нашим ориентировочным расчетам, требуется мелиорировать около 40 млн га опустыненных и деградированных ландшафтов. Для этого необходимо

создать 6 млн га лесонасаждений различного назначения и посеять под их защитой около 13 млн га кормовых трав. Затраты (1,5–1,8 млрд руб.) на фитомелиорацию компенсируются через 3–6 лет не только экономическим, но главным образом социально-экологическим эффектом.

9. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Многофункциональное значение агролесомелиоративных насаждений в ландшафте проявляется в трех ведущих аспектах: экологическом, экономическом и социальном. В предыдущих главах раскрыта экологическая роль защитных лесонасаждений, затронуты вопросы влияния их на урожай сельскохозяйственных культур и продуктивность животноводства. В настоящей главе рассматривается хозяйственное и социальное значение агролесомелиоративных насаждений.

Оценка хозяйственной роли защитных лесных насаждений включает агроэкономическое их значение в виде прибавок урожая сельскохозяйственных культур, лесохозяйственное значение в виде запасов древесины и ее прироста, а также получения сырьевой недревесной продукции: грибов, плодов, ягод. Из социальных функций защитных насаждений на сельскохозяйственных землях освещается их санитарно-гигиеническое значение и рекреационно-эстетическая роль.

9.1. ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Большой фактический материал по влиянию лесополос на урожай накоплен в экспериментальных хозяйствах научных учреждений, на полях колхозов и совхозов страны. В последнее время ВНИАЛМИ совместно с другими учреждениями и организациями провел обобщенную работу по учету прибавок урожая различных сельскохозяйственных культур в производственных условиях, полученных в разных регионах за период с 1962 по 1982 г. (руководитель работ В. М. Трибунская). Для этого были использованы свыше 4,5 тыс. учетов на общей площади производственных посевов 660 тыс. га. Наибольший объем экспериментального материала собран по степной, лесостепной и сухостепной зонам [42].

Прибавки урожайности сельскохозяйственных культур, полученные на защищенной лесными полосами площади, т. е. в пределах зоны их влияния (до 30 Н), значительные: у озимой пшеницы они составляют 5,4–7,2 ц/га, яровой – 4,3–4,7, ячменя 3,4–5,8, подсолнечника 3,2–3,3 ц/га, или от 20 до 46 % урожая открытого поля. Прибавка урожая сахарной свеклы составляет 35–38 %, кукурузы на силос

33–46, а однолетних трав на сено 40–55 %. При подсчете валовой продукции растениеводства нужно исключить недобор урожая с участков, занятых самими лесонасаждениями. Пересчитанные таким образом прибавки урожая оказываются несколько меньшими, но остаются весьма существенными (табл. 9.1).

9.1. Средние прибавки урожайности сельскохозяйственных культур от влияния лесных полос с учетом занимаемой ими площади*

Природный регион	Зерновые				Подсолнечник	Сахарная свекла	Кукуруза на силос	Сено трав	
	в среднем	озимая пшеница	яровая пшеница	ячмень				однолетних	многолетних
Лесостепь, ц/га	3,7	3,1	3,5	4,0	2,9	61,2	61,4	10,0	7,6
%	20	17	26	20	26	26	38	41	32
Степь, ц/га	4,5	5,7	3,8	4,2	2,4	65,7	44,4	9,7	6,0
%	24	21	32	24	18	30	30	50	30
Сухая степь, ц/га	3,1	4,9	3,1	2,6	2,3	—	28,7	2,9	2,6
%	31	26	34	26	34	—	43	29	34

*Все расчеты выполнялись исходя из нормативных положений о размещении ЗЛН на местности в соответствии с действующими инструктивными указаниями.

Из этого следует, что, занимая часть пашни лесонасаждениями, мы не только не теряем в валовом сборе урожая, но получаем дополнительную продукцию. В известном совхозе "Гигант" Ростовской области, где 1700 га лесных полос посажены на площади почти 40 тыс. га пашни, недобор продукции земледелия с участков, занятых лесополосами, составляет ежегодно 104 тыс. руб., а сумма агролесомелиоративного дохода – 886 тыс. руб., или 20 руб. чистого дохода на 1 га пашни либо 460 руб. на 1 га лесополосы [22].

Участие агролесомелиорации в увеличении производства сельскохозяйственной продукции особенно наглядно видно на примере организации лесоаграрных ландшафтов на песках в степной и сухостепной зонах. В росте продуктивности облесенных песчаных угодий Обливского ОПХ ВНИАЛМИ за период с 1950 по 1985 г. (табл. 9.2) агротехнические мероприятия занимают 25,4 %, агролесомелиоративные – меньше 14,8 %. Это имеет существенное значение, характеризующееся к тому же высокой стабильностью.

В южных районах страны выявлены прибавки урожайности чайного листа и субтропических культур под влиянием защитных лесополос (табл. 9.3), что свидетельствует об их эффективности даже в благоприятных условиях субтропиков.

9.2. Доля агролесомелиорации в росте продуктивности лесостепного ландшафта в Обливском ОПХ ВНИАЛМИ (за 1950–1985 гг.), %

Объект	За счет совершенствования агротехники и технологии	За счет повышения урожайности среди ЗЛН
Пашня	23,2	11,4
В том числе:		
зерновые	44,3	12,5
бахчевые	24,6	27,7
кормовые	12,4	5,3
Естественные пастбища	—	22,3
Все сельхозугодья	25,4	14,8

9.3. Средняя прибавка урожайности южных культур на плантациях под защитой лесных полос

Культура	Фактическая прибавка		С учетом площади ЛП		Число наблюдений
	ц/га	%	ц/га	%	
Чай	22,9	30	14,6	20	185
Лимон	11,1	35	7,0	22	30
Мандарин	23,5	29	16,7	21	108
Апельсин	19,6	29	13,2	20	16

С учетом сложившейся к настоящему времени фактической защищенности сельскохозяйственных угодий агролесомелиоративными насаждениями специалисты ВНИАЛМИ и других НИИ и организаций определили (по результатам массовых учетов) фактические прибавки урожая основных сельскохозяйственных культур, принятые как нормативные (табл. 9.4) для работы плановых органов всех уровней и проектных организаций.

9.4. Нормативные прибавки урожая основных сельскохозяйственных культур на полях, окаймленных лесными полосами с учетом их площади, %

Природный регион	Зерновые	Подсолнечник	Сахарная свекла	Кукуруза (силос)	Сено	
					однолетних трав	многолетних трав
Лесостепь	7	—	9	13	14	11
Степь	8	6	10	10	17	10
Сухая степь	11	12	—	15	10	12
Полупустыня	10	—	—	12	10	11

Эти прибавки отражают, по-существу, нижний порог агроэкономической эффективности защитных лесонасаждений в современной ситуации, когда защищенность пашни страны лесонасаждениями не превышает в среднем 20 %, а в таких регионах, как Казахстан, Нижнее Поволжье, — и того меньше. Они, если угодно, подтверждают низкий уровень ландшафтной организации сельскохозяйственной территории и показывают, насколько плохо используются мелиоративные возможности лесонасаждений. Нынешняя хозяйственная прибавка урожая зерновых составляет 7–11 %, в то время как при достаточной защищенности полей насаждениями она могла бы быть 20–30 %, т. е. в три раза большей. Хозяйственная прибавка урожая сахарной свеклы не превышает сейчас 10 %, а должна быть 26–30, кукурузы на силос — 10–15, а при полной защищенности полей — 30–43 %. Не лучше обстоят дела и с другими культурами, однолетними и многолетними травами.

На защищенной лесонасаждениями площади около 42 млн га пашни и 3,6 млн га естественных кормовых угодий, по подсчетам экономистов ВНИАЛМИ, производится ежегодно дополнительно около 4,5 млн т зерна, 15–17 млн т корнеплодов и фуражных культур, а также другая продукция растениеводства. Выраженный в кормовых единицах объем такой дополнительной продукции составляет почти 24 млн т корм. ед.

Кроме того, страна ежегодно получает дополнительно 15 тыс. т цитрусовых, более 150 тыс. т чайного листа, 180 тыс. т винограда, более 20 млн т хлопка-сырца. В ценах XI пятилетки стоимость дополнительной продукции растениеводства составляет свыше 2,3 млрд руб. (табл. 9.5).

9.5. Объем дополнительной продукции растениеводства, полученной от влияния ЗЛН в 11-й пятилетке

Регион	Дополнительная продукция	
	корм. ед., млн т	млн руб.
РСФСР	15,95	1333,7
Украина	4,46	382,0
Средняя Азия	2,01	375,3
Молдова	0,49	46,1
Казахстан	0,59	47,9
Закавказье	0,37	153,2

Себестоимость продукции растениеводства снижается благодаря агролесомелиорации по зерновым культурам на 3–7 %, подсолнечнику — 4–12, сахарной свекле — 7–9, кукурузе на силос — 3–11, сену многолетних трав — на 3–13 %. Защитные лесонасаждения повышают кормовую емкость пастбищ и продуктивность животноводства на 12–15 %, а в некоторых случаях — в 1,5–2 раза.

Ускорение темпов агролесомелиорации сельскохозяйственных угодий могло бы значительно увеличить количество дополнительной продукции практически без серьезных затрат на ее производство: стоимость создания 1 га полезащитных лесополос в среднем по стране составляет около 130 руб., а ежегодные затраты на уход за ними не превышают 5–6 руб./га. Стоимость же дополнительной продукции растениеводства, полученной от влияния 1 га лесополосы, составляет от 250–300 до 450–460 руб.

В совхозе "Динамо" Волгоградской области, в хозяйстве Поволжской АГЛОС ВНИАЛМИ (Куйбышевская область) с облесенностью пашни 3–4 % за годы VIII–XI пятилеток прирост урожайности зерновых культур составил 3,2–9,9 ц/га, в то время как в соседних хозяйствах с облесенностью пашни 1,0–1,4 % он не превысил 1,8 ц/га.

В зерносовхозе "Гигант" Ростовской области на площади 39 тыс. га за период с 1960 по 1985 г. урожайность зерновых культур выросла на 12 ц/га и достигла 32 ц/га. В сочетании с другими элементами высокой культуры земледелия система лесных полос ежегодно позволяет дополнительно получать 90–100 тыс. ц зерна, 13–15 тыс. – подсолнечника, 110–120 тыс. – зеленой массы кукурузы, 8–10 тыс. ц сена многолетних трав. В XI пятилетке в этом совхозе на 100 га сельскохозяйственных угодий произведено 51 ц мяса и 204 ц молока. За этот же период в соседних хозяйствах (совхоз "Коломийцевский" и конезавод им. Буденного) урожайность зерновых выросла на 6 ц/га, достигнув 22 ц/га; производство мяса составило 26 ц и молока 122 ц на 100 га сельскохозяйственных угодий.

На Украине благодаря мелиоративному влиянию полезащитных лесополос ежегодно получают дополнительно 750–800 тыс. т зерна, 1,4 млн т сахарной свеклы, почти 100 тыс. т семян подсолнечника, 2 млн т кукурузы на зеленый корм и силос. Каждый гектар лесополосы дает в среднем 434 руб. дохода. В Молдове зерновые культуры под защитой 1 га лесных полос дают прибыль 324 руб., подсолнечник – 575 руб.

Многолетний опыт поливного земледелия в республиках Средней Азии под защитой деревьев показал, что они являются действенным средством повышения урожая хлопчатника и других сельскохозяйственных культур. За 1979–1984 гг. прибавка урожайности хлопчатника на полях среди лесных полос в разных хозяйствах Кокандской группы районов в Ферганской области Узбекистана составляла от 6,7 до 9,7 ц/га, или от 21,1 до 31,5 %.

В других районах этой республики с менее сильной ветровой деятельностью прибавка урожайности хлопчатника благодаря влиянию лесных полос составила: в Кашкадарьинской области 4,6 ц/га, Бухарской – от 2,2 до 4,2, Сырдарьинской – от 4,0 до 4,7, в Голодно-степской ЛОС – 4,2 ц/га. В совхозе "Тержен" Туркмении урожайность хлопчатника под защитой лесных полос составила 23,7 ц/га, а на открытом поле – только 18,7 ц/га (Кайимов, 1987).

В Волгоградской области по обобщенным данным за длительный

период (1955–1980 гг.) средние прибавки урожайности зерновых культур от мелиоративного влияния полегающих лесных полос составляли в засушливые годы в лесостепной зоне 33 % (4,1 ц/га), степной – 24 (3,6), сухостепной 31 (2,6), полупустыне 32 % (2,8 ц/га). Стоимость дополнительной продукции, полученной под защитой лесных полос, в целом по области составила 12,8 млн руб., в том числе в степной зоне 7,4 млн, сухостепной – 4,0 млн, полупустыне – 1,4 млн руб.

Серьезный ущерб сельскому хозяйству наносят пыльные бури, которые проявляются, как правило, в теплый период года при очень низких запасах влаги. В 1984 г. они прошли на Украине, Северном Кавказе, Нижнем Поволжье и больше всего повредили посевы в тех хозяйствах, которые имеют недостаточную облесенность полей. Например, в Сальском районе Ростовской области в хозяйствах с облесенностью пашни 4,2–5,6 % сохранность озимых зерновых культур была 98–100 %, а в колхозах и совхозах с облесенностью 2,8–3,2 % только 46–64 %.

В Краснодарском крае, по многолетним данным ВНИАЛМИ, в результате мелиоративного влияния лесных полос урожайность зерновых повышается в среднем на 18 %, подсолнечника на 23, сахарной свеклы на 16, зеленой массы кукурузы на 19, многолетних трав на 21 %.

С ростом урожайности увеличиваются валовые сборы продукции растениеводства и агролесомелиоративный доход в прямой зависимости от защищенности пашни (табл. 9.6). Экономисты ВНИАЛМИ подсчитали, что ежегодный агролесомелиоративный доход на Кубани составляет 18 % дохода растениеводства. Это самый высокий показатель в стране. Правда, он колеблется по отдельным хозяйствам в широких пределах – от 2 до 29 %, что объясняется как разницей в площадях защищенной пашни, так и тем, насколько рентабельно работает хозяйство, какой общий размер прибыли получает.

9.6. Средние прибавки урожайности основных сельскохозяйственных культур от мелиоративного влияния лесных полос в Краснодарском крае (данные за 15 лет)

Сельскохозяйственная культура	В целом по краю		Северные районы		Центральные районы		Западные районы	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Зерновые в целом	5,0	16	5,5	19	4,7	12	5,0	14
Озимая пшеница	4,7	15	4,1	16	5,5	14	4,1	14
Озимый ячмень	5,3	17	6,8	22	4,0	10	5,0	15
Подсолнечник	4,9	23	5,4	21	4,5	20	3,7	20
Сахарная свекла	41,0	16	43,0	19	41,0	15	—	—
Кукуруза на силос	41,0	19	43,0	36	42,0	17	33,0	16
Многолетние травы на сено	11,3	21	8,7	20	9,8	22	15,5	21

В результате роста чистого дохода снижается себестоимость основной продукции растениеводства. По совхозу "Хуторок", например, себестоимость озимой пшеницы на защищенных полях снизилась на 7,1 %, ячменя – на 7,5, кукурузы на зерно – на 13,5, сахарной свеклы – на 7,9, кукурузы на силос – на 18,4 %. Это позволяет ежегодно экономить 70,3 тыс. руб. Прирост чистого годового дохода от агролесомелиорации повышает рентабельность растениеводства в совхозе "Хуторок" на 13,9 %.

Капитальные вложения в агролесомелиорацию используются эффективнее, чем в растениеводстве и сельскохозяйственном производстве в целом (табл. 9.7). При нормативном показателе 0,07 коэффициент использования основных фондов в сельскохозяйственном производстве Кубани составляет 0,08, в растениеводстве – 0,25, а в лесомелиорации – 4,19, в том числе в совхозе "Хуторок" – 4,52.

9.7. Сравнительные показатели эффективности использования основных производственных фондов в Краснодарском крае

Зона, хозяйство	Коэффициент эффективности использования капиталовложений		
	в лесомелиорации	в растениеводстве	в с.-х. производстве
Краснодарский край	4,19	0,25	0,08
Северная зона	3,84	0,34	0,07
Совхоз "Тихорецкий"	3,66	0,39	0,12
Колхоз "Путь к коммунизму"	3,42	0,74	0,09
Центральная зона	4,79	0,31	0,10
Совхоз "Хуторок"	4,52	0,49	0,08
Колхоз им. Кирова	3,21	0,46	0,15
Западная зона	3,55	0,20	0,08
Южно-Предгорная зона	3,31	0,17	0,04
Черноморская зона	3,92	0,12	0,09

В четырех хозяйствах правобережья (Новокубанский район) площадью 50 тыс. га с защищенностью пашни лесополосами 63 % в среднем за X и XI пятилетки получена урожайность зерновых озимых 40 ц/га (наибольшая была 44,9 ц/га). В хозяйствах Левобережья площадью 82 тыс. га с защищенностью пашни 75 % урожайность была в среднем 47 ц/га (максимум 50,9 ц/га). По интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы в Успенском районе в 1985–1986 гг. ее урожайность была среди лесных полос 48, а без них 36 ц/га. В Новокубанском районе интенсивная технология дала без лесополос 42,2, а с лесополосами – 50 ц/га.

На Северном Кавказе насчитывается более 1,9 млн га орошаемых земель. На них создано только около 5 тыс. га лесополос (в 10 раз меньше нормы), защищающих всего 200 тыс. га орошаемых земель. Но они обеспечивают дополнительный прирост продукции в размере

1,5 млн ц корм. ед. Помимо повышения урожайности сельскохозяйственных культур (зерновых колосовых на 3–5 ц/га и многолетних трав на сено на 15–10 ц/га), лесные полосы улучшают гидрологический режим и мелиоративное состояние орошаемых участков, предохраняют почву от ветровой эрозии, предотвращают засыпание каналов мелкоземом.

Аналогичные данные ВНИАЛМИ имеет и по другим сельскохозяйственным районам страны. Везде, где агролесомелиорация применяется грамотно, в комплексе с другими мероприятиями, она дает ощутимый экономический эффект. Занимая небольшую часть пашни, лесные полосы создают условия для получения сельскохозяйственной продукции, с лихвой перекрывая ее недобор с отчужденной под насаждения земли.

Исследования, проведенные Западно-Сибирским филиалом ВНИАЛМИ на 175 парах полей, показали, что за последние 10 лет в лесостепи этого региона урожайность яровой пшеницы в системах лесных полос составила 15,5 ц/га, на открытых полях 11,4, ячменя соответственно 13,1 и 9,6, сахарной свеклы – 168,8 и 100,4, картофеля 162,0 и 124,0, кукурузы на силос – 264,8 и 164,9 ц/га. В степи урожайность пшеницы в системах лесных полос была 12,2 ц/га, на открытых полях – 10,6, кукурузы на силос 234,0 и 190,0 ц/га. В сухой степи урожайность пшеницы на облесенных полях составила всего 6,0 ц/га, на открытых полях – 4,4, картофеля соответственно 106,6 и 67,7 ц/га.

По данным 90 учетов урожайности в производственных условиях и на опытных участках, полученных в Северном Казахстане и Западной Сибири, продуктивность пашни в системе лесных полос неизменно выше, чем на открытых полях. Так, на каштановых почвах урожайность пшеницы среди лесных полос была 13,3 ц/га, на открытых полях – 12,0, на южных черноземах соответственно 17,0 и 16,0, на обыкновенных черноземах – 22,0 и 16,2 ц/га. На выщелоченных черноземах в системе лесных полос урожайность пшеницы составила 18,7 ц/га, овса 22,4, кукурузы на силос 331 ц/га, на открытых полях соответственно 16,3, 19,7 и 248 ц/га.

Защитные лесонасаждения создают благоприятные условия для увеличения производства кормов на природных пастбищах. Улучшая экологические условия произрастания трав, лесные полосы повышают урожайность их зеленой массы. Средний за 7 лет сбор сена в совхозе "Кулундинский" Алтайского края на каштановых почвах под защитой лесополос составил 10,8 ц/га, без защиты – 7,6 (прибавка 3,2 ц/га). Еще больше прибавка сена была в совхозе "Орлеанский" Благовещенского района – 4,8 ц/га. На южных черноземах в среднем за 5 лет прибавка урожайности трав под защитой лесных полос составила 7,8 ц/га.

Прифермские защитные лесные насаждения играют существенную роль в улучшении и удешевлении условий содержания скота, улучшая микроклимат на территории ферм. Даже зимой эти посадки в безлистном состоянии уменьшают скорость ветра на 76–80 %. Отопляющее действие лесных полос снижает простудные заболевания у животных.

Под защитой лесных полос уменьшается содержание в воздухе пыли и микроорганизмов. В конечном итоге на фермах, защищенных деревьями и кустарниками, увеличивается продуктивность сельскохозяйственных животных.

Обширный сельскохозяйственный регион страны – Казахстан. Благодаря распахке целинных и залежных земель он превратился в важную хлебную житницу страны, вместе с тем став очень опасным в эрозионно-экологическом отношении регионом. До последнего времени здесь противопоставляли почвозащитное земледелие лесным полосам, между тем как они оба – суть элементы одного природоохранного комплекса.

По данным Целиноградского сельхозинститута, вынос мелкозема в Центральной Кулунде составлял на открытых полях с отвальной зябью 5 т/га, на защищенных лесными полосами таких же полях – 0,6, на открытых полях с безотвальной зябью – 3,9, с необработанной стерней – 1,2, а на защищенных лесными полосами полях соответственно 0,5 и 0,4 т/га.

Почвозащитная агротехника более эффективна в системе лесных полос, где лучшее снегораспределение, более высокая влажность почвы и благоприятная динамика других элементов микроклимата обеспечивают формирование более высокого урожая. Лесные полосы на 12–14 % повышают производительность труда, на 9–10 снижают себестоимость растениеводческой продукции, увеличивают рентабельность зернового хозяйства на 28–36, кормовых культур на 19–29, подсолнечника и сахарной свеклы на 40–42 % (Васильев, 1980).

КазНИИЛХА в засушливом 1984 г. провел исследование эффективности лесополос в 7 хозяйствах Северного Казахстана. Прибавки урожая яровой пшеницы и ячменя на облесенных полях составили 12–45 %, зеленой массы люцерны – 76, кукурузы – 31, сена житняка – 17 %. В ОПХ ВНИИЗХ (Шортанды) в 1982–1983 гг. прибавка урожайности пшеницы Целинная 21 на агролесомелиоративном стационаре среди лесополос была 1,7–2,2 ц/га (в среднем со всей площади облесенного поля при его защищенности около 40–50 %). В 1984 г. там же урожайность ячменя Целинный 5 составила, ц/га:

	В защитных зонах лесных полос	В центре облесен- ного поля	На открытом поле
По 1-й культуре	17,8–20,0	17,7	11,8
По 2-й культуре	15,6–16,5	7,8	3,5

Исключительное народнохозяйственное значение имеет агролесомелиорация песков и песчаных земель. В земельном фонде страны их насчитывается 240 млн га. Они отличаются большим разнообразием и расположены в разных природных зонах. Длительный опыт освоения песков убедительно показал, что их устойчивое сельскохозяйственное использование невозможно без древесно-кустарниковой растительности.

В настоящее время на песках Юга и Юго-Востока европейской территории создано более 450 тыс. га лесонасаждений в виде массивных, колковых, ленточных, узкополосных посадок из хвойных и лиственных пород, которые защищают 720 тыс. га угодий. Около 300 тыс. используется как пашня, остальные – как сенокосы и пастбища. На песках под защитой леса создано около 25 тыс. га садов и виноградников. Бывшие бросовые земли дают сейчас по 15–20 ц/га сена многолетних трав, по 120–150 – арбузов, по 35–50 ц/га винограда. С лесонасаждений на песках получают ежегодный прирост древесины по 4–5 м³/га и 10–15 т/га хвои, пригодной для приготовления витаминной муки. На освоенных песчаных землях созданы условия для развития фауны, построены десятки пионерских и спортивных лагерей, домов отдыха, санаториев.

Несомненно значение агролесомелиорации в решении кормовой проблемы. На огромной, около 360 млн га, территории от Яблоновского хребта до северных склонов Кавказа лежат крупные пастбищные массивы естественных равнинных пастбищ. Сейчас эти угодья катастрофически теряют кормовую ценность. Из-за ненормированного ("на износ") выпаса десятки миллионов из них в аридных районах подверглись предельной деградации и даже полному опустыниванию; здесь скот уже не пасут, а содержат на привозном корме. Такие земли нуждаются в экстренной лесомелиорации – других способов восстановления и коренного их улучшения пока не существует. Древесная защита нужна сотням тысяч животноводческих ферм, кошар, водопойных пунктов, тысячам километров соединяющих их дорог и скотопрогонных.

Лесомелиорация особенно необходима в Прикаспии и Нижнем Поволжье. Здесь промедление с лесомелиорацией на один год ведет к превращению в пустыню 20–30 тыс. га пастбищных угодий. Невозможно полностью оценить экономический, экологический и социальный ущерб от деградации и опустынивания хрупких пастбищных ландшафтов в экстремально засушливые ветреные годы.

Так, в зиму 1983/84 г. за 90 дней животноводы центральной части черноземельского пастбищного массива Калмыцкой АССР лишились половины зимних выпасов: подножный корм был уничтожен ветропесчаным потоком. Сохранились только кустарниковые пастбища, созданные по рекомендациям ВНИАЛМИ. Каждые 100 га таких лесопастбищ спасли от уничтожения 200–500 га прилегающих выпасов, уберегли от падежа 25–30 голов овец, полностью окупив затраты на лесомелиоративные работы.

В исключительно засушливом 1986 г. на Черных землях под выпас использовали только 10 тыс. га лесопастбищ, созданных на подвижных песках. На них содержали около 40 тыс. голов овец. На остальной немелиорируемой территории пастбищ своего естественного корма не было: часть овец кормили привозными кормами, а часть пришлось вывести за пределы черноземельского массива.

Лесомелиорация аридных территорий исключительно сложна,

часто сопряжена с неудачами. Однако, несмотря на крайне неблагоприятные лесомелиоративные условия (академик Г. Н. Высоцкий относил эти земли вообще к нелесопригодным), здесь все же можно создавать относительно долговременно действующие насаждения, используя небогатый ассортимент солеустойчивых, жароустойчивых и морозостойких пород деревьев и кустарников, учитывая особенности почвенно-рельефных условий пастбищ.

ВНИАЛМИ разработал теорию зоолесомелиорации и внедряет в практику разные виды защитных насаждений (преимущественно из кустарников) на пастбищах. Обычно они функционируют уже с 3–4-летнего возраста, быстро окупаются и дают ежегодный доход 80–130 руб/га.

По нашим расчетам на пустынных пастбищах можно создать около 5 млн га различных насаждений, что позволило бы увеличить поголовье овец на 1,5 млн голов и получить дополнительно 25–30 тыс. т мяса и 6–7 тыс. т шерсти в год. Пока же на пастбищных землях создано только 450 тыс. га зоолесомелиоративных насаждений.

Известно, что предельная распаханность сельскохозяйственных угодий, укрупнение полей в сочетании с применением разного рода химических препаратов привели к значительному обеднению полезной фауны. Сегодня многие энтомофильные культуры обеспечены опыливанием лишь на 20–30 %, что обуславливает реальный недобор от 1/3 до 1/2 урожая семян. Особо стоит вопрос с производством семян люцерны и эспарцета, хронический недостаток которых отрицательно сказывается и в полеводстве, и в кормопроизводстве, и в организации защиты почв от эрозии.

Исследования ВНИАЛМИ показали, что в южных районах произошло резкое сокращение численности диких пчел, которые являются практически единственными опылителями люцерны. Урожайи семян резко упали, никакими другими мерами поднять их не удастся. Дикie пчелы селятся преимущественно на остатках залежных целинных участков, около опушек лесонасаждений со стабильным травянистым покровом и ненарушаемой почвой, на балочных и овражных землях, вдоль дорог, около садов и в других местах, где сохраняются нераспахиваемые участки земли. Однако подобных экосистем становится все меньше и меньше. Дело дошло до того, что в ряде мест (например, в Краснодарском крае) организуются специальные питомники-виварии для размножения диких пчел, причем маточное поколение покупают за рубежом.

Между тем агролесомелиорация позволяет более эффективно сохранять и размножать диких пчел. Защитные лесонасаждения на полях около оврагов, на балочных землях создают благоприятную экологическую среду, в которой функционируют эти насекомые-опылители. Опыт колхоза "Деминский", ОПХ Поволжской АГЛОС свидетельствует, что при размещении семенников люцерны вблизи лесных полос или на малых клетках с шириной междоузлий полей до 400 м обеспечивается надежное опыление люцерны при различных погодных

условиях. В Волгоградской области с участием ВНИАЛМИ разработаны соответствующие рекомендации.

Под защитой лесных полос повышается медоносность угодий. Так, в совхозе "Гигант" (Ростовская область) нектаропродуктивность эспарцета вблизи лесных полос на 37 % больше, чем на открытых участках, а подсолнечника в колхозе "Деминский" (Волгоградская область) — на 65 %. Наконец, сами лесонасаждения представляют отличную базу для любительского и промышленного пчеловодства. Чем разнообразнее состав насаждений, чем больше в них нектароносных и пыльценосных пород, тем привлекательнее они для пчел, тем больше возможностей продлить взятки нектара и пыльцы, создать полноценный кормовой конвейер для насекомых и тем самым поднять продуктивность пчеловодства.

Лесохозяйственное (лесосырьевое) значение ЗЛН заключается в наращивании в них массы древесины, которая может быть использована частично (при рубках ухода) или полностью (при лесовосстановлении) для хозяйственных целей: на строительство, поделки, топливо. Листовая масса и мелкие ветки могут использоваться как дополнительный корм для скота или как подстилочный материал. В полупустынных районах создаются специальные кормо-мелиоративные насаждения для периодического стравливания животными.

В благоприятных лесорастительных условиях агролесомелиоративные насаждения накапливают с возрастом значительные массы древесины, не меньше (а иногда — больше), чем в естественных лесах той же зоны. В Каменной степи на обыкновенных черноземах запасы древесины в дубовых лесных полосах 75–85-летнего возраста достигают средней величины 350–425 м³/га, а в ясеневых 280–300. Березовые и тополевые полезащитные лесополосы к 40 годам имеют запас стволовой древесины 320–340 м³/га. В Новосильской ЗАГЛОС на темно-серых лесных почвах полезащитные лесные полосы из лиственницы, березы, сосны к 30-летнему возрасту имеют запасы: стволовой древесины — 160–200 м³/га, дубовые — 80; к 50 годам эти запасы дубовых насаждений возрастают до 100–140, березовых — до 200–250, в массивных насаждениях отдельные хвойные древостои к 50-летнему возрасту накапливают 350–470, двухрядные еловые посадки в 45–50 лет имеют запас 440–450 м³/га.

На Заволжских черноземах (Поволжская АГЛОС) в полезащитных лесополосах дубовые древостои к 30 годам имеют запас стволовой древесины 165 м³/га, березовые — 135, лиственничные в возрасте 23 года — 177 м³/га.

В 25–30-летних лесных полосах Краснодарского края, состоящих из дуба, ясеня, гледичии, акации белой, запас стволовой древесины составляет от 150 до 280 м³/га в зависимости от преобладания той или другой породы и от конструкции лесной полосы.

Продуктивность защитных лесонасаждений в более суровых условиях ниже. На каштановых почвах Западной Сибири запас древесины в 15–17-летних полезащитных лесных полосах Алтайской Кулун-

ды составляет в среднем около 50 м³/га. В возрасте 35 лет вязовые насаждения имеют 85, а полосы из клена ясенелистного до 150 м³/га стволовой древесины. Отдельные тополевые полосы в возрасте 45 лет имеют запас 140–146 м³/га. В Новосибирской Кулунде этот запас в насаждениях 20–25-летнего возраста составляет 135–250 м³/га.

В условиях субтропиков линейные защитные посадки достигают весьма высокой производительности уже в молодом возрасте. К 15–20 годам тополевые 1–2-рядные насаждения набирают запас древесины 500–1000 м³/га. Они представляют не только мелиоративную, но и хозяйственную ценность.

Сортиментный состав древесины, получаемой от рубок ухода в лесных полосах, как правило, небогат. Процент выхода деловой древесины в среднем не превышает 50 в лесной зоне и снижается до 30–20 и даже 10 – в сухостепной. При разумном подходе можно использовать в хозяйстве почти всю периодически заготавливаемую древесину даже при санитарном уходе, применяя, в частности, рубильные машины, измельчающие в щепу ту часть деревьев, которая не годится для поделок, строительства, ограждений.

В защитных лесонасаждениях накапливаются значительные запасы недревесной продукции (побочного пользования) в виде грибов, ягод, плодов, лекарственного сырья. Так, в искусственных насаждениях Новосильской ЗАГЛОС наблюдается большое разнообразие съедобных грибов: подберезовиков, белых, груздей, валуев, подосиновиков, рыжиков, маслят, сыроежек, опят, волнушек, лисичек, т. е. практически тех же, что в естественных лесах этой зоны. Урожайность одного слоя грибов в общей массе превышает 500 кг/га. Особенно много маслят в хвойных молодняках. В оврагах и балках Новосильских насаждений встречается много малины, а на полянах – земляники. Урожайность малины составляет в среднем 50–60 кг/га, в лучшие годы 150–200. Урожайность земляники 40–50 кг/га [31].

В насаждениях Поволжской АГЛОС в степном Заволжье видовой состав грибов заметно беднее – это преимущественно опята. Встречаются также сыроежки, грузди, подберезовики, свинушки. Урожайность одного слоя грибов составляет в среднем 10–30 кг/га. В лесных полосах много плодовых кустарников: ирги канадской, смородины золотой, боярышника полумягкого; ягоды и плоды охотно собирает население. Особенно урожайны ирга и боярышник. В придорожных лесных полосах с участием в опушках ирги канадской средняя урожайность ягод составляет 8–9 т/га. Рябина в опушечных рядах лесополос дает 1,0–1,2 т/га ягод. На участках декоративных посадок в дендрарии АГЛОС урожайность плодов боярышника составляет 34–37 т/га.

На каштановых почвах Западной Сибири в лесных полосах совхоза "Кулундинский" разовый слой съедобных грибов составляет 120–260 кг/га, преимущественно здесь растут свинушки и подтопольники. В посадках много ягодных кустарников: смородины золотой и облепихи крушеновидной. Урожайность их высокая – с 1 га лесополосы можно собрать 400–800 кг ягод смородины и 200–240 – облепихи.

В лесоаграрных ландшафтах встречается много растений, являющихся ценным лекарственным сырьем. Наибольшее их разнообразие свойственно лесостепной зоне. Однако их немало и в степной. В ландшафте Поволжской АГЛОС, например, насчитывается до 50 видов травянистых и 15 видов древесно-кустарниковых лекарственных растений. Здесь можно заготавливать от 20 до 500 кг/га лекарственного сырья в сухом виде, в насаждениях Кулундинской степи – до 250 кг/га тысячелистника и березовых почек.

Приведенные здесь запасы ресурсов побочного пользования дают лишь ориентировочное представление о возможностях, которыми в этом отношении располагают защитные насаждения и преобразуемые с их помощью ландшафты. Этими ресурсами можно успешно управлять через посадку соответствующих (целевых) пород в защитные насаждения, размещение их в наиболее выгодных местоположениях, организацию правильного лесного хозяйства и рекреационного использования насаждений.

9.2. ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

При всех поразительных успехах техники, способности машин и роботов заменять во многих операциях человека он остается в центре всего научно-технического прогресса (НТП). В конце концов именно для блага человека создаются новые вещества, орудия, механизмы, предметы, продукты питания, изделия легкой и тяжелой промышленности. Но в последнее время все чаще и все более грозно проступают признаки негативных последствий НТП, который уже не поддается общественному контролю. Человеку становится неуютно в среде, преобразуемой до такой степени, что она оказывается агрессивной по отношению к нему. Нарушается гармония человека с окружающей средой, составляющая, в сущности, биологическую основу его жизни и здоровья, все труднее вписываться в экологически напряженную среду обитания, адаптироваться к ее возрастающему загрязнению – химическому, шумовому, биологическому, радиационному.

Число источников загрязнения среды на сельскохозяйственных и сопряженных с ними землях непрерывно увеличивается, мощность их возрастает, география размещения расширяется. Загрязнение среды снижает иммунобиологическую реактивность защитных систем человека, способствует развитию аллергических реакций и т. п. Коварство этих воздействий заключается в том, что они малозаметны, человек их не всегда ощущает или просто не обращает на них внимания. Однако они накапливаются в организме и представляют реальную угрозу возникновения тяжелых заболеваний.

Разнообразие ландшафта, наличие деревьев и кустарников, водных источников имеет огромное оздоровительное, эстетическое, рекреационное значение. Распространенное мнение о чистоте сельских ландшафтов не соответствует действительности. Убегающий от урбани-

зации на отдых в сельскую местность городской житель все чаще сталкивается с загрязнением почвы, воды и растений химическими веществами, загазованностью воздуха, биологическим загрязнением среды, не меньшим, чем в городе.

Исследования последних 15 лет в СССР и странах Западной Европы показали, что отработанные газы электростанций, химических и металлургических заводов содержат ряд фитотоксичных веществ, которые отрицательно влияют на урожай сельскохозяйственных культур, его качество и плодородие почвы. Большую опасность вызывает деятельность химических предприятий, вырабатывающих препараты для сельского хозяйства: аммиачную селитру, нитрофоску, аммиак, карбамид, азотную кислоту и другие вещества. Они загрязняют среду в радиусе 10–15 км. Крупными источниками загрязнения воздуха и почвы являются цементные заводы, предприятия черной и цветной металлургии, горнодобывающие предприятия.

Возрастающее применение минеральных удобрений и гербицидов приводит к значительному увеличению содержания нитратов в почве, грунтовых водах и открытых водоемах. Нередко оно превышает ПДК для питьевой воды. Сельскохозяйственное растениеводство, будучи, по существу, одним из самых экологичных производств, стало само крупнейшим загрязнителем среды. В Волгоградской области даже вода из снега отдельных полей содержит биогенов в 2–3 раза выше ПДК, а поверхностный сток загрязнен в 10–100 раз больше ПДК. В реки и водоемы области с каждого гектара водосборной площади сносится 2–8 м³ почвы и вместе с нею химические вещества от удобрений, пестицидов, эмиссий промышленных предприятий.

По данным отдела экологии ВНИАЛМИ, в Куйбышевской области поверхностный сток с зяби выносит до 33 кг/м³ почвы, в которой содержится 85,3 г/м³ азота и 19,7 – фосфора. Даже в условиях маловодного года (1984) в водоемы Поволжской АГЛОС и соседнего совхоза "Октябрьский" поступило около 600 кг аммиачного и 900 – нитратного азота, около 130 кг фосфора и 1800 – калия.

Нынешнее сельское хозяйство пока еще не может обойтись без применения минеральных удобрений и других химических средств – регуляторов роста, пестицидов и др. (хотя уже изучаются приемы биологического земледелия, свободного от применения химии). Тем настоятельнее выступает требование строго сбалансированного применения химических средств, чтобы полностью исключить бесконтрольное внесение удобрений на поля, не допускать применения неоправданно высоких доз, использовать другие химические средства лишь в самых необходимых случаях.

Мощным концентрированным загрязнителем окружающей среды стали животноводческие комплексы, а также отходы силосования кормов. Есть зарубежные данные, показывающие, что содержание опасных загрязнителей среды в силосе в 150 раз превышает их содержание в животноводческих стоках. Особенно опасны свиноводческие комплексы с большой концентрацией животных и огромными масса-

ми неутилизированного стока, в котором содержатся и химические, и биологические загрязнители (Данчев, 1987).

По обследованиям, проведенным ВНИАЛМИ в 1981–1985 гг., состояние атмосферного воздуха в ряде колхозов и совхозов Нижнего Поволжья на территории ремонтных мастерских, полевых станов, животноводческих комплексов, ферм, навозохранилищ не отвечает гигиеническим нормам. В районе выбросов Фроловского сталелитейного завода и Себряковского комбината асбоцементных изделий (Волгоградская область) содержание пыли в воздухе часто превышает ПДК в 2–3 раза на расстоянии 3–5 км от источника загрязнения. Около самих заводов на открытых территориях воздух еще больше запылен, загрязнен оксидами азота и серы.

На полях, расположенных в 0,5 км от завода, концентрация пыли выше ПДК отмечалась во всех взятых пробах и колебалась от 0,54 до 1,6 мг/м³. Концентрация оксидов азота, превышающая ПДК, отмечалась реже – в 27 % взятых проб, но достигала при этом 0,1 мг/м³. Более значительно загрязнение воздуха сернистым ангидридом: его находили во всех пробах с содержанием от 0,56 до 1,99 мг/м³. Даже на полях, расположенных в 1 км от завода, в воздухе содержатся все еще высокие концентрации загрязняющих веществ: пыли – 0,5–2 мг/м³, оксидов азота – 0,026–0,1, сернистого ангидрида – 0,5–0,79 мг/м³.

Сильно загрязнен воздух на открытом полевом стане при работающей технике: в радиусе 50 м от источника загрязнения, т. е. там, где работают люди, в воздухе содержится 0,63–2,34 мг/м³ пыли, 0,066–0,081 – оксидов азота, 15–15,5 мг/м³ угарного газа. Это примерно в 1,8–2 раза выше нормы. Здесь воздух, кроме того, загрязнен органическими примесями – парами бензина, керосина, смазочных масел (Муха, 1985).

Около дорог концентрация окиси углерода нередко превышает ПДК в 2 и более раза, почвы и растения загрязняются свинцом, другими вредными элементами, вследствие чего возрастает опасность канцерогенных заболеваний. Повышенное содержание в почве свинца, кобальта, никеля и некоторых других веществ распространяется от автодорог на расстояние до 150 м. По мнению некоторых специалистов, около дорог с оживленным движением не должно быть никаких сельхозугодий на полосах шириной 300 м с каждой стороны. Вблизи дорог должен быть запрещен сбор лекарственных трав.

Агролесомелиоративные-насаждения способствуют оздоровлению воздушной среды, очищают поверхностный сток воды от загрязнителей, уменьшая тем самым заболеваемость людей, увеличивая продолжительность жизни человека, сохраняя его работоспособность. Конечно, воздействие искусственных насаждений, занимающих всего 5–10 % площади агролесоландшафтов, по своей величине и мощности уступает массивам естественных лесов, занимающих большие территории. Санирующее (оздоровительное) воздействие защитных насаждений отличается выраженной локальностью, достигая максимума возле деревьев и кустарников. Однако и общее, суммарное влияние системы

защитных насаждений на ландшафт содержит определенную потенцию к более здоровой благоприятной среде жизни и работы человека.

Защитные функции насаждений в отношении оздоровления воздушной среды в приземном слое заключаются в очищении ее от пыли и газообразных токсикантов, обогащении кислородом и отрицательно заряженными легкими ионами, в антимикробных и стерилизующих свойствах выделений многих видов древесной растительности. Лесонасаждения обладают также водопоглощающими и звукоизолирующими свойствами, снижая общий уровень шума и изменяя его частотные характеристики. При очищении воды используется коагулирующая и фильтрационная способность лесонасаждений освобождать поверхностный сток от взвешенных частиц почвы, болезнетворных микроорганизмов и других примесей.

При прохождении воды через лесонасаждения существенно улучшаются ее органолептические показатели (цветность, запах, прозрачность). Снижается содержание в воде нитратов, ионов аммония. Насаждения очищают сток от пестицидов и растворимых минеральных удобрений, причем наилучшим образом выполняют эту роль взрослые, хорошо развитые насаждения хвойных и лиственных пород сложной формы с мощной лесной подстилкой и устойчивым подлеском. Задержание вместе с твердым стоком биогенных элементов уменьшает сброс их в водоемы.

Санитарно-гигиеническая роль защитных лесонасаждений в отношении почвы проявляется в локализации вредных веществ, элементов удобрений и промышленных эмиссий, газовых выхлопов автотранспорта, в ограничении перемещения пестицидов. Правильно расположенная по всей водосборной площади система защитных насаждений, состоящая из разных видов посадок деревьев и кустарников, регулирующая снегоотложение, температурный режим почвы, ее структуру и водопроницаемость, весенний и летний поверхностные стоки, питание грунтовых вод, обеспечивает санацию воды на всех этапах ее передвижения от водораздела к руслу рек или водоемам, наилучшим образом выполняя оздоровительную функцию. Последняя связана также с сохранением полноводности водоемов и периодической сменой воды в них, защитой от излишнего испарения.

Роль защитных лесонасаждений в очищении воздуха от органических примесей заключается в том, что активные в биохимическом отношении фитовыделения деревьев и кустарников окисляют, нейтрализуют летучие примеси, превращая их в безвредные вещества и удаляя из воздуха, в результате чего изменяется его бихроматная окисляемость. Так, в Волгоградской области на территории машинотракторной мастерской без деревьев окисляемость воздуха достигает 10,9 мг кислорода на 1 м³ воздуха. На участке с насаждениями из вяза приземистого окисляемость в 2 раза ниже – 5,5 мг.

Около мастерских без деревьев окисляемость воздуха достигает 90 мг/м³. Под кронами вяза приземистого в прилегающей лесной полосе она в 4,6 раза ниже. Нахождение людей вблизи таких насаждений

гарантирует им более полноценный в гигиеническом отношении отдых. На открытом дорожном участке с умеренным движением автотранспорта и тракторов бихроматная окисляемость составляет 10,5 мг кислорода, а на участке с насаждениями из клена ясенелистного, ясеня зеленого и скумпии – 5,5 мг.

В совхозе "Волго-Дон" Волгоградской области исследовали влияние шестирядной лесополосы ажурно-плотной конструкции из тополя пирамидального, вяза приземистого, шелковицы белой, смородины золотой. При небольшой скорости ветра это насаждение снижает уровень содержания оксидов азота на 55 %, угарного газа – на 50, пыли – на 64 %. Работа тракторов, комбайнов в местах их скопления сопровождается выбросами в воздух значительного количества ядовитых газов и пыли. Максимальные разовые концентрации оксидов азота и угарного газа превышают ПДК в 2 раза. Около наветренной опушки двухрядной лесополосы из вяза приземистого с кустарниками, расположенной по направлению ветра в 30–40 м от машин, концентрация вредных газов была меньше, но все же превышала ПДК в 1,1–1,5 раза. За лесной полосой содержание вредных примесей в воздухе снижалось по оксидам азота в 1,7 раза, оксидам углерода – в 1,5, пыли – 2,7 раза и становилось меньше ПДК (Муха, 1988, табл. 9.8).

Конечно, рассчитывать на полное оздоровление воздуха всей территории агроландшафта с помощью защитных лесонасаждений нельзя. Однако они могут дополнить организационно-технические средства. Кроме того, лесонасаждения, как и другие зеленые растения,

9.8. Содержание загрязнителей в атмосферном воздухе необлесенных и облесенных участков агроландшафтов (1982–1986 гг.)

Необлесенный участок		Средние концентрации, мг/м ³			Облесенный участок		Средние концентрации, мг/м ³		
место отбора проб воздуха	расстояние от источника загрязнения, м	оксиды азота	угарный газ	пыль	место отбора проб воздуха	расстояние от источника загрязнения, м	оксиды азота	угарный газ	пыль
Полевой стан	5	0,096	15,5	1,64	Полевой стан	5	0,092	10,0	0,59
						40	0,067	5,7	1,38
	50	0,070	15,0	1,20		55	0,031	2,5	0,36
	120	0,059	12,2	0,71		115	0,010	2,0	0
Шоссе	5	0,094	Не	2,0	Шоссе	5	0,048	9,2	1,80
			исследовали						
	50	0,073	То же	1,28		50	0,042	7,6	1,38
	70	0,060	"	1,0		62	0,026	3,9	0,55
	120	0,50	"	0,50		120	0,010	2,0	0

производят кислород и восстанавливают состав воздуха, чего не делает ни одно техническое средство в сельском хозяйстве. Минимальный гигиенический эффект дают узкие и редкие полосы (например, двухрядная ажурная полоса из вяза приземистого). Чем шире насаждение, разнообразнее его состав, больше густота, тем больше оздоровительный эффект (табл. 9.9).

В сухостепной зоне максимально снижали загрязнение воздуха 25–35-летние лесные полосы из 12–13 рядов шириной 26–40 м ажурно-плотной конструкции, а также лесопарковый массив 30-летнего возраста из хвойных пород с небольшой примесью лиственных деревьев. Из таблицы 9.9 видно, что оздоровляющее действие лесонасаждений начинается с молодого возраста (5–6 лет). В ряде случаев оно проявляется достаточно активно, если это насаждение обладает значительной растительной массой.

По мере старения насаждений, когда снижаются жизненные функции деревьев и начинается расстройство полосы, снижаются и санитарно-гигиенические свойства, причем тем быстрее, чем в более худших лесорастительных условиях расположены насаждения и чем менее выражена в них лесная обстановка.

Выполняя оздоровительную роль, лесонасаждения сами страдают от промышленных эмиссий, выхлопных газов, загрязнения почвы промышленными отходами, стоками животноводческих комплексов. Прямое воздействие загрязнения воздуха на деревья и кустарники заключается в отрицательном физическом и химическом влиянии газов на ассимиляционный аппарат растений, косвенное – через накопление токсических веществ в почве и ухудшение в связи с этим режима питания. Животноводческие стоки отравляют почву и блокируют корни растений токсикантами. К воздушному загрязнению очень чувствительны хвойные породы, особенно сосна, ель и можжевельник обыкновенный, более устойчивы лиственные породы. Лучше других переносят загрязнение воздуха тополь канадский, клены остролистный и ясенелистный, вяз, ивы.

Из этого следует, что возможности защитных лесонасаждений в очищении среды от загрязнений хоть и велики, но не беспредельны. Поэтому при организации агролесоландшафтов следует учитывать отношение деревьев и кустарников к ингредиентам-загрязнителям, подбирая в насаждения соответствующего назначения такие породы, которые были бы наиболее устойчивыми против доминирующих вредных веществ. Вместе с осуществлением других противоэрозионных мероприятий это даст лучший эффект. Особую систему оздоровительных защитных лесонасаждений создают лишь в необходимых случаях: около специальных водоемов, в санитарно-защитных зонах вокруг промышленных предприятий и животноводческих комплексов, на полевых станах, около машинотракторных мастерских, в зонах отдыха и т. п.

Иногда оказывается, что задачи таких насаждений в какой-то степени противоречивы. Нужно, например, защищать объекты от

9.9. Влияние защитных лесонасаждений на снижение концентрации вредных газов и пыли в воздухе

Местонахождение лесонасаждений	Возраст, лет	Ширина, м	Число рядов	Состав насаждения	Защитная высота, м	Число на 1 га, деревьев кустов	Конструкция	Снижение концентраций, %	
								оксиды азота, угарный газ	пыль
Территория авто-ремонтной мастерской	20	4	2	10Вп	12,0	1325 дер.	Умеренно-ажурная	29,3—36,0	41,7
Участок шоссе, ЛП № 1	25	12	4	9Вп1Во + смз, ск	12,5	1834 833	Ажурно-плотная	38,1—48,7	60,1
Участок шоссе, ЛП № 2	6	18	6	8Яз2Кяс + буз. о, смз, ирг		2223 748	Плотная	36,5	56,6
Территория полевого стана	25	15	5	6Вп3Шлк61Тп + смз	12,0	2320 1000	Ажурно-плотная	53,7—56,1	65,4
Окрестности биохимического завода	15	40	12	6Вп2Кяс1Яз1Аб + смз	6,0	1792 1100	Ажурно-плотная	55,8	68,4
Окрестности цементного завода	35	26	13	9Кяс1Ябл + аж, жим. т		312 1165	Ажурно-плотная	—	54,2
Окрестности цементного завода	30	100	Массив	6Со4Бп	15,0	1234 дер.	—	—	85,0

сильных ветров, создавая более комфортные условия для людей в жаркую или ненастную погоду. В то же время размещение и конструкция посадок должны обеспечивать хорошее проветривание, чтобы выхлопные газы двигателей не скапливались до опасных концентраций. Кроме того, насаждения должны обладать хорошей декоративностью высокой кислородпроизводящей способностью, снижать биохиматную окисляемость воздуха, поглощать пыль и другие примеси. Поэтому посадки приходится создавать по фильтрующе-изолирующему типу, преимущественно ажурно-плотной или ажурной конструкции, которая обеспечивает не полное задержание воздушного потока, а его равномерное просачивание, фильтрацию и обезвреживание без застоя воздуха на наветренной опушке. Воздушные завихрения за насаждением способствуют рассеиванию оставшегося количества вредных примесей восходящими потоками воздуха в более высокие слои.

Насаждения в животноводческих комплексах размещают так, чтобы не создавать застоя воздуха на площадках и в помещениях для скота. В то же время посадки должны защищать территорию от заноса снегом, пылью. В каждом отдельном случае применение искусственных лесонасаждений для санитарно-гигиенических целей должно быть специально спроектировано.

Рассчитанная Л. С. Савельевой и Л. И. Абакумовой (1985) общая денежная оценка санитарно-гигиенической роли зеленых насаждений на полевых станах выражается в сумме 500 руб. на 1 га насаждений, а эффективность отдыха трудящихся – 92 руб. на 1 га зеленой зоны. Для сухой степи и полупустыни можно применить коэффициент 1,3. Тогда оздоровительная и рекреационная оценка 1 га насаждений полевых станов в денежном отношении составит 770 руб.

9.3. АГРОЛЕСОДИЗАЙН

Эстетическое значение защитных лесных насаждений заключается в их воздействии на психоэмоциональное состояние людей, их настроение и работоспособность, в полноценности и качестве отдыха.

Большие просторы полей, равнинные монотонные пейзажи, бедные в эстетическом отношении, производят унылое впечатление и нередко вызывают чувство одиночества, затерянности. Значительно богаче агроландшафты холмистые, где даже при отсутствии выразительных вертикальных растительных акцентов пейзаж оживляется яркостью полей, когда на них расположены разные по сочности зелени или цвету сельскохозяйственные культуры. Но еще более полноценным и приятным становится аграрный ландшафт, когда в нем участвуют деревья. Насаждения расчленяют восприятие покрова сельскохозяйственных растений на отдельные составные части, как бы микропейзажи. Чем разнообразнее сами лесонасаждения, тем богаче в эмоциональном восприятии весь лесоаграрный ландшафт.

Применительно к защитному лесоразведению и лесоаграрным ландшафтам правомерно говорить об агролесодизайне (или биодизайне).

не), под которым мы понимаем проектирование эстетического облика мелиорируемой территории на основе рационального сочетания хозяйственно-экономических, экологических и социальных требований общества. Агролесодизайн включает проектирование эстетики лесоаграрного ландшафта с помощью разнообразных видов защитных лесонасаждений и использования их многофункциональных свойств, т. е. создание культурного ландшафта с формированием среды высокого качества жизни. В этом отношении эстетическая функция лесонасаждений в агроландшафте тесно связана с другими социальными, а также экологическими функциями, в конечном счете с общей продуктивностью угодий. Несмотря на определенные трудности, задача достижения наибольшей выразительности аграрного ландшафта, выявление и увеличение его рекреационного потенциала остается одной из важнейших социальных задач агролесомелиорации [30].

В этом смысле представляют интерес не только линейные и массивные лесонасаждения, но также и отдельные куртинные посадки или заросли кустарников, единичные деревья и кусты, оживляющие пейзаж. Большинство из них несет и экологические функции (убежища для мелких зверей, гнездовья птиц), способствующие стабилизации экосистем. Все защитные лесные насаждения правомерно с точки зрения биодизайна рассматривать как существенные (акцентные) элементы пространственной структуры аграрного ландшафта, обладающие наибольшей выразительностью, устойчивостью и в то же время динамичностью роста и состояния. Это заключается в сезонном ритме развития листвы и побегов, смене окраски листьев, периодическом цветении, семеношении, изменении размеров и конфигурации кроны, увеличении высоты и диаметра стволов и т. д.

Задача биодизайна в равнинных агроландшафтах – привлечение разнообразных древесных и кустарниковых пород, нарушающих однообразие, монотонность геометрического построения ландшафта. Впрочем, с точки зрения отдельных специалистов, как раз строгое расположение лесных полос воспринимается как новое оригинальное решение дизайна агроландшафта, придающее ему математическую красоту и завершенность.

Сами лесонасаждения, разнообразные деревья, кустарники дают богатый материал для художественного конструирования лесоаграрного ландшафта. Конечно, расстановка этих элементов по территории землепользования ограничивается определенными организационно-экономическими требованиями. Но и в их рамках можно увеличить разнообразие и живописность угодий, обрамляемость лесными посадками. Даже при очевидных эстетических недостатках геометрических систем лесных полос на крупных равнинных территориях его восприятие может быть глубоким, положительным.

В разное время года равнинный лесоаграрный ландшафт по-своему красив, деревья и кустарники придают ему неповторимое разнообразие, цветовое восприятие ландшафта неодинаково. Зимой – это рассеянные темными лесными полосами белые поля; летом – разные

по цвету поля сельскохозяйственных культур и черных паров среди зелени лесных полос. Наиболее красивы позднелетние и осенне-зимние пейзажи, когда деревья и кустарники одеваются в разноцветье увядающей листвы, а клетки полей выделяются сочными цветами спелых хлебов и стерни, вспаханной зяби, темной зеленью многолетних трав. Лишь ранней весной, когда деревья еще не покрылись листьями, серый фон их сливается с серым фоном незанятой пашни, или позднее, когда зеленый цвет распускающейся листвы сливается с зеленью озимых, лесоаграрный ландшафт выглядит несколько однообразно. Но этот период бывает недолгим, ибо весной идет быстрое нарастание температуры, растения интенсивно вегетируют, проявляя свои разнообразные качества.

Детали восприятия полноценного лесоаграрного ландшафта могут быть разными, т. к. и рельеф, и местный породный состав насаждений дают различное образное восприятие, обуславливают неодинаковые акценты выразительности. Например, участие хвойных пород – сосны, ели, дугласии, лиственницы – очень украшает насаждения и ландшафт в целом, придавая иной характер зимнего восприятия лесонасаждений.

Особое значение имеет древесно-кустарниковая растительность в полупустыне и пустыне. Удручающе монотонный ландшафт бескрайней горячей летней и морозной зимней равнины со скудной травянистой растительностью или вовсе без нее (в песчаных пустынях) угнетает психику труженика, а на путника нагоняет беспокойство и страх. Оазисы деревьев, кустарниковые заросли, наоборот, создают благоприятное настроение, ожидание отдыха в тени и прохладе, украшают быт работающего здесь населения.

В условиях всхолмленного рельефа, встречающегося довольно часто в степных, лесостепных и предгорных районах нашей страны, представляются наибольшие возможности пейзажного обустройства ландшафта. Разветвленная гидрографическая сеть указывает на первоочередные площади, где могут быть созданы лесонасаждения со стабильным местоположением, практически не зависящим от каких-либо вариантов землеустройства. Сочетание полевых и кормовых угодий с живописными перелесками, прибалочными и приовражными лесополосами, насаждениями по берегам и днищам балок с точки зрения биодизайна является наиболее благоприятным. Здесь можно применять в разных количествах и сочетаниях хвойные и лиственные породы, обладающие в разные сезоны года высокой декоративностью и тем самым образующие цветной конвейер.

У нас в стране немало прекрасных примеров таких посадок в Мохомов, а также в Новосильском ОПХ ВНИАЛМИ, Каменной степи, Великом Анадоле и Мариупольской ЛОС Донецкой области, на Каневских дислокациях, в колхозе "Прогресс" Белгородской области и др. Они имеют высокие эстетические качества, и отличные защитные свойства. Эти же объекты являются местами активной рекреации,

эффективны в санитарно-гигиеническом отношении, богаты разнообразной фауной.

Для биодизайна агроландшафта много возможностей раскрывает контурная ориентация территории, где сама орографическая основа исключает монотонность восприятия пейзажа. Стокорегулирующие лесонасаждения здесь, кроме посадок в гидрографической сети и около нее, располагаются чаще всего криволинейно, примерно по горизонталям местности. Уже одно это создает оригинальность ландшафта, придает ему динамический характер. При контурной организации территории, помимо линейных насаждений, высаживают деревья и кустарники на участках, остающихся в виде сегментов после уточнения границ полей, на рабочих участках стока и других местах разной конфигурации, которые целесообразно в экологическом отношении засадить лесом.

В задачу биодизайна входит сохранение и привлечение в допустимых пределах полезной фауны и охотничьей дичи в ландшафт, например устройство гнездовий для птиц, содержание участков естественной растительности для диких пчел, организация биотехнических участков, подкормка диких животных и т. п. К вопросам биодизайна относится также охрана исторических ценностей, памятников природы, умелое включение этих объектов в общее пространство ландшафта, не нарушая его живописности, обеспечение беспрепятственного и безвредного для хозяйства посещения памятников населением, туристами.

Землеустроители и агролесомелиораторы должны стать архитекторами ландшафта. Необходимо так проектировать мероприятия, чтобы подчеркнуть выразительность и своеобразие ландшафта, вписать в него лесонасаждения, не закрывая достопримечательностей, красивых пейзажей, озер, каналов, плотин, мостов, силуэтов поселков. И, наоборот, целесообразно прикрывать лесопосадками малопривлекательные объекты: навозохранилища, карьеры, склады металлолома, видимые с транспортных магистралей и из населенных пунктов.

Ландшафтная архитектура, биодизайн еще более важны для районов, обедненных природными элементами естественной выразительности, с равнинным однообразным рельефом, отсутствием лесов, со скудной или однообразной степной растительностью. Сочетать различные требования социального, экологического и хозяйственного характера становится тем труднее, чем хуже лесорастительные условия. В сухой степи и полупустыне это особенно сложно в силу ограниченности ассортимента деревьев и кустарников на сухих и засоленных почвах. Такие задачи должны решаться в процессе общего благоустройства местности. По мере продвижения на юг и юго-восток прямолинейные насаждения лесных полос должны постепенно сменяться посадками куртин деревьев и кустарников в понижениях рельефа, образующих по внешнему виду (пейзажу) колючую степь или саванну.

Вместе с тем по мере ужесточения условий должна все более возрастать роль полосных и куртинных насаждений на орошаемых участках, и главным образом озеленительных насаждений вокруг населенных пунктов, около полевых станков, прудов и других хозяйственных объектов, расположенных в сухой степи и полупустыне. Такие посадки деревьев и кустарников (около железных и шоссейных дорог, автозаправочных станций, нефте- и газопроводов и др.), помимо функциональной, выполняют и важную эстетическую роль, украшая территорию, придавая разнообразие ландшафту, повышая степень его эмоционального восприятия.

Хозяйственное освоение аридных территорий зачастую обходится без оживления монотонности открытых бескрайних пейзажей теми или другими биологическими элементами, привносимыми в ландшафт. Целинные степи — не лучший и не самый богатый вид ландшафта в эстетическом и рекреационном отношении, но они все же лучше, чем распаханые от края до края земли без клочка девственной степи, почти начисто лишенные того разнообразного животного мира, который здесь был ранее.

Насаждения деревьев и кустарников могли бы стать опорными элементами пейзажного и экологического благоустройства такой местности. Здесь и многие населенные пункты, и производственные постройки безлики в архитектурно-планировочном отношении, почти не имеют древесной растительности, лишь на редких приусадебных участках можно встретить плодовые деревья. Кое-где сооружены искусственные водоемы пресных или слабосоленых вод, еще протекают (по крайней мере весной) малые и несут свои воды более крупные реки. Они практически не имеют древесной защиты.

Пренебрежительное отношение к вопросам эстетики степного ландшафта, благоустройству среды обитания и деятельности человека наблюдается повсеместно. От сферы общественно-производственной деятельности, где никакими документами не регламентированы требования дизайна и ландшафтной архитектуры, это пренебрежение перешло к отдельному человеку, который не украшает землю, где стоит его дом.

Исследования ВНИАЛМИ показали, что в безлесных и малолесных районах, обладая привлекательностью и возможностью побочного пользования, защитные лесонасаждения представляют почти всегда значительный рекреационный ресурс сельскохозяйственной территории как для местного населения, так и для жителей ближайших городов и рабочих поселков. Использование насаждений в этом отношении чрезвычайно различно как по характеру, так и по интенсивности. В большинстве случаев оно является стихийным и для сельских тружеников как бы уже само собой разумеющимся. Они привыкают к новой агролесомелиоративной обстановке на полях и используют насаждения в производственных и личных интересах без анализа своих действий и ощущений. Но если убрать из сельскохозяйственного ландшафта лесонасаждения, это будет сразу замечено.

В тени лесных полос отдыхают люди во время перерывов в работе, здесь размещают фляги с питьевой водой, вещи и сумки с продуктами, укрываются от дождей. Из деревьев и кустарников изготавливают колья для установки вешек и другие мелкие предметы. Часто в лесных полосах прокладывают пешеходные тропы для передвижения людей от одного поселка к другому, а школьников – в школу и лагеря. Последние часто устраивают в лесополосах или овражно-балочных насаждениях. Опушки лесонасаждений – излюбленные места для установки передвижных пазек, отдельных пчелиных ульев, домиков, складов, транспортных средств. Разделяя смежные поля, лесные полосы, выполняют роль противопожарных буферов.

Социологические исследования, проведенные в отделе экологии ВНИАЛМИ в 1982–1986 гг., позволили выявить традиционные виды и величины рекреационного использования защитных насаждений сельским населением. Оно предпочитает, как выяснилось, собирательную форму рекреации (сочетание приятного с полезным). На Поволжской АГЛОС ее указали 50 % опрошенных, а в Калмыкии – 90 %, где главным является сбор ягод в полезащитных полосах. Большое распространение получает автотранспортная форма рекреации, которая, по-видимому, будет увеличиваться со временем. Мотоциклы и автомобили позволяют освоить самые удаленные участки для отдыха, лишь бы они были привлекательны для рекреантов. Значительное место имеет и бивачная форма рекреации, что подтверждают данные таблицы 9.10 (Шульга, 1989).

9.10. Основные формы рекреации в агролесомелиоративных насаждениях (за 5 летних месяцев)

Показатель	Форма рекреации		
	бивачная	собирательная	автотранспортная

Поволжская АГЛОС (степная зона)

Рекреационные нагрузки, чел/га	3,7	1,2	2,4
Время пребывания, тыс. ч	1,7	0,2	2,8

Совхоз "Страна Советов" Калмыцкой АССР (полупустынная зона)

Рекреационные нагрузки, чел/га	1,3	0,8	1,0
Время пребывания, тыс. ч	0,6	0,1	1,2

По активности рекреантов и продолжительности рекреационного использования выделяются следующие объекты: посещаемые в течение всех сезонов года, используемые только в отдельные сезоны и участки кратковременного пользования. К первым можно отнести, например, водоемы с облесенными берегами, ко вторым – старовоз-

растные насаждения, к третьим – грибные и ягодные места лесонасаждений и лугов. Не привлекают своим видом буйно заросшие сорняками расстроенные лесные полосы, насаждения с сухостоем, обильным размножением вредителей и болезней.

Рекреация, конечно, имеет и свои теневые стороны. Лесонасаждения и некоторые другие объекты агроландшафта порой страдают от наплыва туристов и рекреантов, захламляются, подвергаются поломкам, повреждениям огнем от костров и пожаров. Часто в лесонасаждения сбрасывают мусор, отходы. Каждому виду рекреации соответствуют в той или иной степени несколько своих факторов отрицательного воздействия на среду: вытаптывание, повреждение деревьев и кустарников, изъятие биомассы, заезды автотранспорта, кострища, захламленность. Это сказывается на состоянии насаждений, их долговечности, декоративности, изменении экологических свойств. Такие изменения, не очень заметные в естественном лесу или массиве, могут быть существенными для узкополосных насаждений при длительном рекреационном использовании одних и тех же участков.

Активность рекреационной деятельности населения возрастает, все более распространяясь на сельскохозяйственные угодья. Это ставит задачу управления процессом рекреации и упорядочения мероприятий по использованию лесоаграрных ландшафтов на научной основе, для чего необходимы как организационно-хозяйственные, так и правовые и воспитательные меры.

10. СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА, УСТОЙЧИВОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

Основные объекты защитного лесоразведения – районы с трудными лесорастительными условиями. Недостаток влаги, часто повторяющиеся засухи, суховеи, морозные зимы, засоленность и солонцеватость почв, подверженность древесных пород болезням и вредителям – все это создает трудности выращивания здесь высокоэффективных устойчивых насаждений.

Перед селекционерами, работающими в области защитного лесоразведения, стояли трудные задачи. Следовало отобрать или получить новые клоны, формы и сорта древесных пород не только высокорослые, быстрорастущие и высокопродуктивные, но и обладающие повышенной жизнестойкостью в несвойственных им условиях произрастания, высокой устойчивостью к морозу, засухе, повышенному содержанию солей и солонцеватости почв, к вредителям и болезням, особенно распространенным в жестких условиях произрастания. Наконец, для выполнения лесомелиоративной роли полезащитные лесные полосы должны иметь определенную конструкцию. Методами

селекции требовалось, кроме того, сформировать архитектуру ствола и крон основных древесных пород.

Все это сложные, но разрешимые задачи, о чем свидетельствует имеющийся опыт селекционных работ с лесными породами в засушливых районах страны: в Среднем и Нижнем Поволжье – ВНИАЛМИ, в Средней Азии – СредазНИИЛХ [26].

10.1. СЕЛЕКЦИЯ ИНТРОДУЦЕНТОВ

Защитное лесоразведение в безлесных районах основано на применении интродуцированных пород. Рост и состояние деревьев и кустарников изучаются в дендрариях, заложенных в разных почвенно-климатических условиях: в Волгограде, Камышине Волгоградской области, Поволжской АГЛОС Куйбышевской области и Кулунде Алтайского края. Почвенно-климатическая и гидрологическая характеристика дендрологических садов ВНИАЛМИ приводится в таблице 10.1.

10.1. Почвенно-климатическая и гидрологическая характеристика дендрологических садов ВНИАЛМИ

Дендрологический сад	Год закладки	Средне многолетние показатели					Почвы	% гумуса	Глубина грунтовых вод, м
		температура воздуха, °С	максимальная t, °С	минимальная t, °С	относительная влажность воздуха, % (V-LX)	осадки, мм			
Волгоградский (Волгоград)	1962	7,6	43	-35	41	350	Светло-каштановые среднесуглинистые	0,8—1,2	4—5
Камышинский (Камышин)	1910	5,4	41	-39	40	386	Темно-каштановые супесчаные	1,5—2,5	Более 10
Поволжская АГЛОС (Куйбышевская область)	1950	3,7	40	-45	46	395	Обыкновенные среднесуглинистые	5—6	8—15
Алтайского края ЗСФ ВНИАЛМИ (Кулунда)	1977	1,9	41	-50	50	270	Черноземы каштановые легкосуглинистые	1,4—2,5	5—6

Коллекционный фонд деревьев и кустарников, собранный в перечисленных дендрариях, приведен в таблице 10.2.

10.2. Коллекционный фонд деревьев и кустарников дендрологических садов ВНИАЛМИ на 1.10.1981 г.

Дендрологический сад	Число						
	семейств	родов	видов	форм и гибридов	деревьев	кустарников	лиан
Волгоградский	35	93	367	47	221	185	8
Камышинский	35	92	267	53	169	143	8
Поволжская АГЛОС	28	53	2055	76	159	117	5
ЗСФ ВНИАЛМИ	18	51	112	8	63	57	—

Из 414 видов, гибридов и форм, испытанных в дендрарии на светло-каштановых и 320 – на каштановых почвах (Волгоградский и Камышинский дендрарии), наиболее перспективными для лесозащитного лесоразведения в Нижнем Поволжье оказались акация белая и пышная, вяз приземистый, дуб, груша лесная, гледичия, ясень зеленый; для противозерозионных насаждений – боярышники алтайский и Королькова, из кустарников – акация желтая, аморфа, калина гордовина, лох, скупия, смородина золотая; для пастбищезащитных полос – боярышник однопестичный, джугун, саксаул черный, тамариск.

Для лесоразведения в черноземной степи из 281 вида, гибридов и форм наиболее перспективны береза, дуб, лиственница, сосна и тополь, особенно гибриды: пирамидальный х китайский, пирамидальный х осокорь, бальзамический х берлинский. Из 120 видов, гибридов и форм в дендрарии Западно-Сибирского филиала, заложенном в 1977 г., на корнедоступном уровне грунтовых вод наибольший рост и зимостойкость показали гибриды тополя: пирамидальный х осокорь, бальзамический х берлинский, осокорь х берлинский х канадский и сорт Мичуринец, достигшие в 10-летнем возрасте 13–14-метровой высоты и выдержавшие морозы – 50 °С.

10.2. ПЛЮСОВАЯ СЕЛЕКЦИЯ И ГИБРИДИЗАЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Плюсовой (клоновой) селекцией ВНИАЛМИ занимается с 1971 г. Методика отбора плюсовых деревьев для защитного лесоразведения отличается от общепринятой следующим: а) проводится селекция не на продуктивность, как для лесохозяйственных целей, а на устойчивость деревьев к неблагоприятным климатическим факторам (морозу, засухе, содержанию солей в почве); б) объектами отбора являются не естественные леса, а преимущественно ранее интродуцированные в данную местность лесные культуры.

10.3. Рост и состояние плюсовых и нормальных деревьев, произрастающих в насаждениях Нижнего Поволжья (средние данные)

Порода	Средний возраст, лет	Селекционная категория	Морфологические показатели				Биологические показатели			
			H, м	D, см	проекция кроны, м ²	состояние по пятибалльной шкале ВНИИЛМИ	засухоустойчивость по шестибалльной шкале	морозоустойчивость ЛД ₅₀	солеустойчивость по шкале Пятницкого	устойчивость к болезням, вредителям, баллы
Дуб	80	Плюсовое дерево	16,5	64	110	4,1	3,9	-14,0	3,2	4,0 (к ми-козу)
		Нормальное "	13,7	42	73	3,2	3,0	-12,5	2,6	3,6
		% к контролю	121	153	151	128	129	112	123	111
Вяз	25	Плюсовое дерево	7,5	17,5	24,5	3,7	4,5	-19,5	4,4	1,4 (к гол-
		Нормальное "	4,9	10,2	9,8	2,1	3,8	-15,5	3,3	0,8 ланд-
		% к контролю	154	173	251	178	118	121	133	175 ской
Акация	20	Плюсовое дерево	6,6	10,5	14	3,5	3,5	-13,5	4,2	болезни)
		Нормальное "	5,4	6,6	6	1,8	3,2	-8,0	3,7	Средняя (к огневке)
		% к контролю	122	159	233	195	109	169	114	Малая
Сосна	60	Плюсовое дерево	16,4	26,5	58	4,2	4,5	-	3,7	-
		Нормальное "	12,3	20,1	32	3,8	4,0	-	3,5	-
		% к контролю	133	132	182	110	112	-	106	-

Как установлено, наиболее пригодными для отбора особей, устойчивых к комплексу неблагоприятных климатических условий, являются самые старые лесные насаждения, испытывавшие в процессе своего роста систематическое воздействие экстремальных условий и достигшие при этом предельного возраста. В таких насаждениях в сухой степи и полупустыне отобраны особи дуба, вяза, акации и сосны, которые по своим морфологическим и биологическим признакам имеют большое преимущество перед нормальными деревьями (табл. 10.3).

Разработаны методические материалы по отбору, учету и оценке плюсовых деревьев в защитных насаждениях, а также рекомендации по закладке лесосеменных плантаций древесных пород для защитного лесоразведения в сухой степи и полупустыне.

Работы по половой гибридизации деревьев были начаты А. В. Альбенским в Камышинском опорном пункте ВНИАЛМИ в 1939 г. В настоящее время здесь накоплен ценный гибридный фонд древесных пород, из которых особенно перспективны для защитного лесоразведения выведенные гибриды дуба, сосны, ясеня и тополей. Они отличаются более энергичным ростом, высотой, лучшей формой крон и ярко выраженными положительными биологическими свойствами. У гибридов дуба прирост по высоте в первые годы был в 1,5 раза больше, чем у родительских видов. В 18-летнем возрасте превышение по высоте составляло 23,7–77,7 %, по диаметру – 10,2–100 % (табл. 10.4). Очень важно, что полученные гибриды являются более устойчивыми к инфекции сосудистого микоза (распространенному заболеванию дуба).

10.4. Таксационные показатели гибридов и родительских видов дуба селекции

А. В. Альбенского в возрасте 18 лет в Камышинском опорном пункте ВНИАЛМИ (по данным И. В. Калининой)

Гибрид или вид	Средние таксацион- ные показатели		Физиологические показатели				
	Н, м ($M \pm m$)	D, см	интенсив- ность транспи- рации, мг/г/ч	накопле- ние сухого вещества, мг на 100 см ²	водоудер- живающая способ- ность, % к сырой массе	жаро- стой- кость, баллы	% пов- режде- ния ми- козом

Дуб черешча- тый х дуб крас- ный	4,70 ± 0,1	63	495	49	83	12	17
Дуб черешча- тый	3,86 ± 0,1	51	687	40	73	14	43
Дуб красный	3,10 ± 0,1	32	450	58	85	18	67

Для гибридизации сосен использовали обыкновенную и крымскую. В качестве материнских деревьев и опылителей были взяты оба вида. Они широко применяются для облесения легких почв, при этом сосна обыкновенная является быстрорастущей, а крымская – более солеустойчивой. Предполагалось получить гибриды, сочетающие в себе эти ценные признаки. 20-летний гибрид сосна крымская х сосна обыкновенная в среднем на 18–20 % превосходит по высоте материнские виды, а гибрид сосна обыкновенная х сосна крымская – на 18 % (табл. 10.5).

10.5. Свойства 20-летних гибридов и родительских видов сосны, произрастающих в Камышинском опорном пункте ВНИАЛМИ (по данным И. В. Калининой)

Гибрид или вид	Средние таксационные показатели		Физиологические показатели		
	H, м (M ± m)	D, см	интенсивность транспирации, мг/г/ч	водоудерживающая способность, % к сырой массе	жаростойкость, баллы
Сосна обыкновенная х сосна крымская	8,98 ± 0,2	136	160	93	5
Сосна крымская х сосна обыкновенная	6,32 ± 0,2	142	160	96	5
Сосна обыкновенная	7,07 ± 0,3	130	116	92	5
Сосна крымская	5,13 ± 0,1	142	248	84	5

При гибридизации вязов в качестве материнского дерева использовали интродуцированный из Средней Азии вяз приземистый, отличающийся быстрым ростом, большой засухо- и солеустойчивостью, но относительно слабой морозоустойчивостью (табл. 10.6). Потомство, полученное от опыления этого вида пыльцой вязов листоватого (береста) и обыкновенного, значительно превосходило по росту родительские виды. Гетерозис по росту сохранился и в третьем поколении. Засухоустойчивость гибридов также была выше, чем исходных видов.

Интересные результаты были получены при гибридизации ясеней. Скрещивали ланцетный (материнские деревья) и обыкновенный (опылитель) ясени. В возрасте 22 лет они достигали высоты 7,5 м, в то время как высота ясеня ланцетного составила всего 5,5, а обыкновенного – 4,9 м.

Процесс фотосинтеза и накопления сухого вещества у гибридов протекал значительно активнее, чем у обоих родительских видов; интенсивность транспирации у гибридов была ниже контрольных экземпляров. Гетерозис сохраняется у гибридов второго и третьего поколений (табл. 10.7).

10.6. Свойства гибридов и родительских видов вяза селекции А. В. Альбенского в возрасте 14 лет, произрастающих в Камышинском опорном пункте ВНИАЛМИ (по данным И. В. Калининной)

Гибрид или вид	Средние таксационные показатели		Физиологические показатели			
	Н, м ($M \pm m$)	Д, см	интенсивность транспирации, мг/г/ч	водоудерживающая способность, % к сырой массе	засухоустойчивость по шестибалльной шкале Пятницкого	сохранность при заражении голландской болезнью, %
Вяз приземистый х вяз листоватый	$4,35 \pm 0,2$	6,1	1010	72,4	4,8	85
Вяз листоватый х вяз приземистый	$4,57 \pm 0,1$	5,8	1030	70,5	4,8	91
Вяз приземистый х вяз обыкновенный	$4,94 \pm 0,1$	9,1	900	73,0	4,7	92
Вяз обыкновенный х вяз приземистый	$4,84 \pm 0,1$	6,6	880	71,7	4,7	90
Вяз приземистый	$3,61 \pm 0,1$	4,9	1140	67,2	4,4	72
Вяз листоватый	$3,12 \pm 0,1$	5,0	1480	61,8	4,6	38
Вяз обыкновенный	$2,90 \pm 0,1$	4,5	1170	64,5	4,0	36

10.7. Свойства гибридов и родительских видов ясеней 20-летнего возраста селекции А. В. Альбенского, произрастающих в Камышинском опорном пункте ВНИАЛМИ (по данным И. В. Калининной)

Гибрид или вид	Средние таксационные показатели		Физиологические показатели			
	Н, м ($M \pm m$)	Д на высоте груди, см	интенсивность транспирации, мг/г/ч	накопление сухого вещества, мг на 100 см ²	водоудерживающая способность, % к сырой массе	засухоустойчивость, баллы
Ясень ланцетный х ясень обыкновенный	$7,5 \pm 0,3$	7,4	411	71,2	88,9	4,5
Ясень ланцетный	$5,5 \pm 0,2$	6,3	671	24,2	79,6	4,3
Ясень обыкновенный	$4,9 \pm 0,2$	6,0	552	36,2	81,0	4,0

Особое значение для полезащитного лесоразведения имеют тополя, отличающиеся быстрым ростом и большой высотой. Гибриды с пирамидальной формой позволяют отводить под лесные полосы минимальную площадь, они особенно ценны для лесоразведения на

орошаемых землях. А. В. Альбенским и его учениками с 1933 г. проведено 26 комбинаций скрещивания этой породы. Наиболее удачными из них оказались пять: белый х Болле, пирамидальный х берлинский, пирамидальный х китайский, бальзамический х берлинский, московский х красонервный. Все они успешно перенесли суровые зимы и острозасушливое лето 1972 г. и имели бесспорное преимущество перед исходными видами по морфологическим признакам (табл. 10.8).

10.8. Свойства гибридов и родительских видов тополей 20-летнего возраста селекции А. В. Альбенского, произрастающих в Камышинском опорном пункте ВНИАЛМИ (по данным И. В. Калининой)

Гибрид или вид	Средние таксационные показатели			Морозоустойчивость по пятибалльной шкале Пятницкого
	Н, м ($M \pm m$)	Д на высоте груди, см	проекция кроны, m^2	
Тополь белый х тополь Болле	$14,2 \pm 0,5$	21,0	3,24	5
Тополь пирамидальный х тополь осокорь	$14,4 \pm 0,6$	26,0	4,2	5
Тополь пирамидальный х тополь берлинский	$10,6 \pm 0,4$	19,5	2,56	5
Тополь пирамидальный х тополь китайский	$12,8 \pm 0,4$	19,5	4,0	5
Тополь бальзамический х тополь берлинский	$12,6 \pm 0,3$	22,0	3,24	5
Тополь бальзамический	$9,7 \pm 0,3$	13,2	4,41	5
Тополь берлинский	$10,1 \pm 0,4$	17,0	4,0	5
Тополь пирамидальный	$9,5 \pm 0,4$	12,0	2,56	3,5
Тополь белый	$10,0 \pm 0,3$	15,0	7,84	5

10.3. ОСОБЕННОСТИ СЕМЕНОВОДСТВА ОСНОВНЫХ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ ДЛЯ ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ

Организационные меры по переводу семеноводства на селекционную основу в аридных условиях сводятся к решению таких задач: а) создание собственных искусственных маточно-семенных насаждений для полного удовлетворения потребности защитного лесоразведения в сортовых и элитных семенах; б) хранение переходящего запаса семян в специальных семенохранилищах для использования в неурожайные годы; в) правильное использование семян инорайонного происхождения в неурожайные годы на основе научно обоснованного географического и эколого-типологического районирования семенозаготовок; г) гарантированное размножение отобранного и районированного генофонда древесных растений.

Селекция основных древесных и кустарниковых пород имеет свои особенности в разных природных районах страны. В лесостепной зоне, кроме повышения продуктивности и улучшения качества лесных насаждений, важна их водоохранная и почвозащитная роль, что необходимо учитывать при составлении селекционных программ. Из перспективных пород в европейской части страны в этом отношении интересны сосна, лиственница, дуб, береза, клен, липа, тополь; в лесостепи Западной Сибири – сосна, лиственница, береза, тополь.

Эти же древесные породы остаются основными и в степи: в европейской части – преимущественно дуб и береза, в Западной Сибири и Северном Казахстане – сосна и береза. В степной зоне на первый план по значению выдвигаются защитные функции леса, вследствие чего изменяются и задачи лесной селекции, которая должна быть направлена на повышение жизнеспособности и долговечности разных видов искусственных лесонасаждений – полезащитных, водорегулирующих, пескозакрепительных и др. Здесь экономически оправдано применение интенсивных методов лесной селекции. В сухой степи на темно-каштановых почвах лесные насаждения должны закладываться из дуба; на каштановых и светло-каштановых – из вяза, робинии, ясеня ланцетного и кустарников (боярышника, смородины золотой, лоха, ирги и др.), а на легких песчаных и супесчаных почвах – из сосны.

Важное значение имеет происхождение семян для лесоразведения в районах юго-востока европейской части, где условия произрастания древесных пород особенно трудные. Организационные меры по переводу семеноводства на селекционную основу в аридных условиях сводятся к созданию собственных маточно-семенных насаждений для полного удовлетворения потребности защитного лесоразведения в сортовых семенах и правильному использованию семян инорайонного происхождения в неурожайные годы. Здесь так же, как и в других регионах защитного лесоразведения, найдут широкое использование методы интенсивной селекции древесных пород.

В пустынных и полупустынных районах для обеспечения роста поголовья скота и улучшения качества продукции животноводства первостепенное значение имеют разработка и внедрение комплекса мероприятий по повышению кормовой продуктивности и устойчивости пастбищных экосистем. Важная роль в решении этой проблемы отводится селекции и введению в культуру новых кормовых растений из природной флоры пустынь и полупустынь; реализация ее сложна в связи с исключительной жесткостью природных условий и постоянным давлением на растительные организмы абиотических стрессовых факторов внешней среды. Кроме того, селекционные объекты в пустынях и полупустынях являются представителями не культурной, а дикорастущей флоры, морфобиологические, эколого-физиологические и генетико-популяционные параметры которых еще слабо изучены.

Для введения в культуру и селекционного улучшения перспективны в качестве объектов селекции и семеноводства следующие виды: саксаул черный, саксаул белый, тамарикс, джузгун, черкез,

чогон, изень, кейреук, камфоросма, терескен. Основным направлением для них должна стать селекция на выведение сортов, характеризующихся высокой продуктивностью в определенных почвенно-климатических условиях; экологической пластичностью, обеспечивающей возможность возделывания в пределах широкого ареала; высоким качеством корма; устойчивостью к систематическому выпасу скота; ранним отрастанием на весенних пастбищах и длительной вегетацией на летних; устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам; стабильностью урожая по годам; одновременным созреванием и неосыпаемостью плодов; достаточно высокой полевой всхожестью семян.

Ниже приводится описание практического семеноводства основных древесных пород, применяемых для защитного лесоразведения.

Сосна. Эта порода имеет обширный ареал, что обусловлено ее малой требовательностью к экологическим условиям, она произрастает на легких почвах – от лесной зоны до полупустыни. По площади в культурах и искусственных защитных лесных насаждениях занимает первое место среди других пород. Для защитного лесоразведения самые перспективные 3 вида сосен: обыкновенная, крымская и желтая (орегонская).

Наиболее эффективный метод повышения долговечности сосновых искусственных насаждений – интродукция устойчивых для данных природных условий популяций. Сравнение роста и состояния географических культур в Камышинском лесхозе Волгоградской области показало бесспорное преимущество местной акклиматизированной популяции сосны по сравнению с многочисленными инорайонными популяциями.

Сосна обыкновенная в Камышинском опорном пункте ВНИАЛМИ достигает в возрасте 70 лет высоты 15 м и диаметра 25 см. Совместно с ней здесь же произрастает сосна крымская. Уступая по росту в молодом возрасте сосне обыкновенной, эта порода проявила высокую засухоустойчивость. После сильных засух 1972, 1975 и последующих лет у сосны крымской не было отмечено каких-либо признаков угнетения. В возрасте 70 лет она достигла высоты 15 м и диаметра 32,5 см. Из североамериканских сосен наиболее перспективной для засушливых условий оказалась сосна желтая (орегонская). На каштановой погребенной почве она к возрасту 40 лет достигла высоты 9,6 м и диаметра 17,1 см. Особо следует отметить устойчивость к засухе и карбонатности почв меловой формы сосны обыкновенной.

Наряду с широким использованием названных видов и форм сосен в целях улучшения качества и долговечности искусственных сосновых насаждений следует применять и метод клоновой селекции, используя в качестве маточников отдельные наиболее старые, хорошо сохранившиеся в экстремальных условиях биотипы (например, 300-летняя сосна в Бузулукском бору) и искусственные гибриды.

Лиственница сибирская. В лесостепной и черноземной части степной зоны имеются прекрасные искусственные защитные насажде-

ния из этой породы. Однако широкое распространение ее сдерживается из-за отсутствия местной семенной базы. Первоочередной задачей степных лесоводов является решение вопросов семеноводства. При этом маточными могут стать любые хорошо растущие и наиболее старые искусственные насаждения лиственницы.

Для лесоразведения в экстремальных условиях, кроме того, объектами отбора маточных деревьев для семенных целей могут служить насаждения Оренбургской, Куйбышевской, Саратовской и Волгоградской областей, а также старые парковые посадки этой породы (например, в Полибино Оренбургской области) и отдельно растущие старые сохранившиеся биотипы лиственницы в степи (например, 400-летний экземпляр вблизи ст. Айдырля Адамовского района Оренбургской области).

При клоновой селекции обращают внимание на срок распускания хвои (предпочтительнее позднораспускающиеся, не подвергающиеся весенним заморозкам экземпляры), а также на качество семян (отбирают особи, дающие ежегодно полнозернистые семена).

Дуб. Эта порода – одна из самых долговечных. Однако в степи интенсивность роста и долговечность дуба в значительной мере зависят от условий его местообитания. В Нижнем Поволжье на юго-восточной границе его ареала выделяют 3 основных почвенных экотипа дуба: 1) пойменный, тальвежный и склоновый на верховодке, 2) склоново-потяжинный без верховодки и 3) водораздельный. Основными объектами отбора маточников для семенных целей являются 2-й и 3-й экотипы. При отборе маточников важно учитывать фенотипы дуба. Многочисленные исследователи установили, что ранораспускающиеся формы в условиях степи отличаются лучшим ростом, большей засухоустойчивостью и солевыносливостью.

Ценный генетический фонд – сохранившиеся до настоящего времени в Нижнем Поволжье уникальные популяции байрачного дуба на Ергенях. Эти насаждения требуют всемерного сохранения и воспроизводства, так как они обладают повышенной устойчивостью к комплексу неблагоприятных условий (засухе, морозу, вредителям и болезням). Создание из них маточно-семенных плантаций – первоочередная задача лесоводов. Наряду с этим базой для создания нового, более устойчивого поколения дубовых насаждений должны стать отдельные сохранившиеся дубы – долгожители (в Дубовке Ольховского района Волгоградской области, Моздоке, Полтаве и других местах), а также отдельные выделяющиеся в искусственных насаждениях биотипы (например, в Богдинских посадках 1925 г., Астраханская область).

Береза. Исследованиями ВНИАЛМИ выявлены корреляционные связи между морфологическими, таксационными, эколого-физиологическими и другими признаками в зависимости от формового разнообразия березы повислой. Для лесостепной зоны наилучшими являются ромбовидно-трещиноватая и гладкокорая формы, степной – продольно-трещиноватая. Наряду с указанными формами березы повислой для засушливых условий Нижнего Поволжья рекомендуются березы

японская, высокая и плосколистная. Эти виды в возрасте 15 лет достигли высоты 11–12 м (Мухаев, 1982).

Рекомендуется и клоновая селекция для берез. При этом берут в качестве основных признаков для отбора не только таксационные показатели и состояние, но и интенсивность плодоношения. При периодичности плодоношения березы 2–3-го года отдельные деревья плодоносят каждый год, формируя крупные полнозернистые семена. Это важный признак для получения потомства. ВНИАЛМИ предлагает для каждого типичного агролесомелиоративного района создавать по одному специализированному хозяйству, обеспечивающему лесхозы семенами районированных форм и видов березы. Для лесостепной и северной частей степной зоны целесообразно создать семенные плантации из наиболее быстрорастущих плосколистной и ромбовидно-трещиноватой форм березы повислой, а для обыкновенных и южных черноземов степной зоны – из японской и продольно-трещиноватой форм.

Тополь. Это – одна из самых быстрорастущих пород в защитном лесоразведении. Применяется в лесостепной и северной частях степной зоны для создания полезащитных лесополос, а также и на каштановых, светло-каштановых и бурых орошаемых почвах. В нашей стране и за рубежом выведено большое число видов, сортов и форм тополей, предназначенных для производства древесины. Селекционная работа по выведению лучших гибридов тополей для полезащитного лесоразведения проведена во ВНИАЛМИ (А. В. Альбенский, Г. П. Озолин и др.). Лучшими гибридами признаны: Боллеана х камышинский, белый х камышинский, пирамидальный х осокорь, пирамидальный х берлинский и красонервный.

Обобщая большой опыт испытания тополей в разных условиях произрастания, ВНИАЛМИ рекомендует следующий ассортимент для полезащитных лесных полос в основных районах защитного лесоразведения.

Нижнее Поволжье – "Мичуринец", М. Горького, пирамидальный х берлинский, осокорь х Вислицена, Петровского, пирамидальный х китайский, белый х Болле;

Среднее Поволжье – "Мичуринец", М. Горького, пирамидальный х берлинский, осокорь х пирамидальный, Петровского, бальзамический, берлинский;

Западная Сибирь – бальзамический х лавролистный, душистый х лавролистный, осокорь х берлинский, осокорь х бальзамический, осокорь х душистый, осокорь х пирамидальный, Петровского, "Пионер", бальзамический.

Предпочтение следует отдавать пирамидальным формам тополей, особенно на орошаемых землях. Указанные виды, формы с сорта тополей следует размножать только вегетативно, создавая из них маточные плантации (Озолин и др., 1978).

Вяз. На крайнем Юго-Востоке европейской части РСФСР, включающем южные районы Заволжья Саратовской области, Заволжье и юг

Правобережья Волгоградской области, юго-восточные районы Ростовской области, Астраханскую область, Калмыцкую АССР, восточные районы Ставропольского края и равнинную часть Дагестанской АССР, на площади около 350 тыс. км² наибольшее распространение в защитных лесных насаждениях в богарных условиях занимает вяз приземистый (перистоветвистый). Долговечность его невелика: при современном уровне агротехники срок службы лесных насаждений из вяза составляет 30–35 лет на выщелоченных каштановых и светло-каштановых почвах, 15–20 лет – на светло-каштановых солонцеватых почвах с глубиной залегания солей больше 3 м, 5–7 лет – при глубине залегания солевого горизонта до 1 м.

Исследованиями установлена положительная роль следующих элементов агротехники при выращивании вязовых насаждений: глубокой мелиоративной вспашки, площади питания, числа рядов, качества ухода за почвой, борьбы с вредителями, введения кустарников для дополнительного влагонакопления. Однако она проявляется только на достаточно выщелоченных почвах. В этих же условиях установлена высокая роль селекционных методов повышения устойчивости и долговечности лесных насаждений. На солонцовых же почвах, как и на почвах с близкими солевыми горизонтами (более 0,6 %), ни высокая агротехника, ни селекция положительных результатов не дают. Такие площади должны быть исключены из лесомелиоративного фонда или на них следует ограничиться посадкой солеустойчивых кустарников (тамарикс, смородина золотая, скумпия и др.).

Селекционные методы повышения устойчивости вязовых насаждений должны быть направлены на отбор в качестве маточных спонтанных гибридов вяза приземистого с вязом листоватым (берестом), а также лучших экземпляров береста, проявивших более высокую морозоустойчивость по сравнению с вязом приземистым. Гибриды не уступали материнским растениям и по другим важным показателям (засухо- и солеустойчивость, устойчивость к голландской болезни).

Наряду с отбором спонтанных гибридов в наиболее старых сохранившихся лесных полосах перспективна также направленная искусственная гибридизация между вязами: приземистым и берестом, приземистым и гладким. Полученные гибриды были намного устойчивее по сравнению с родительскими видами.

Робиния. Это порода широко распространена в юго-западных районах Юго-Востока европейской части РСФСР. Продвижение на восток и север сдерживает ее слабая морозоустойчивость. ВНИАЛМИ произвел отбор наиболее морозоустойчивых форм и получил высокоустойчивую популяцию робинии, продвинув северную границу использования этой породы для защитного лесоразведения до Волгоградской области и Калмыцкой АССР.

Наряду с созданием морозоустойчивой популяции робинии следует создавать клоновые семенные плантации этой породы, используя проверенные по морозоустойчивости наиболее перспективные маточные деревья.

Ясень. Наиболее засухоустойчивым является ясень ланцетный (зеленый). Его поверхностная корневая система и обильная мочка позволяют улавливать даже небольшие осадки. Способность сбрасывать листву в период сильной жары — также приспособительная особенность этой породы. Ясень переносит сильнозасоленные почвы и низкие температуры. Однако большая поражаемость его древесницей вьедливой, слабый рост в высоту и толщину в тяжелых условиях произрастания не позволяют пока широко использовать ясень ланцетный в качестве главной породы в подзоне светло-каштановых почв, кроме понижений с выщелоченными лугово-каштановыми и темноцветными почвами. Получить быстрорастущую долговечную породу — цель селекционной работы с ясенем ланцетным на юго-востоке страны.

Боярышник. Очень засухоустойчивая порода, весьма перспективная для поле- и пастбищезащитного лесоразведения в крайне трудных лесорастительных условиях. Все боярышники — растения с коротким периодом роста побегов (15–40 дней), который приурочен к наиболее благоприятному весеннему сезону. Эта биологическая особенность позволяет им полнее использовать имеющиеся весенние запасы влаги и тем самым без существенного вреда переносить засуху.

Лох. Наибольшее распространение имеет лох узколистный, достигающий 8–10 м высоты в защитных лесных насаждениях. Это одна из самых неприхотливых древесных пород, произрастающая даже на светло-каштановых засоленных почвах (до высоты 2–4 м). Может широко использоваться для аридного пастбищезащитного лесоразведения. Селекционную и семеноводческую работу следует направить на повышение морозоустойчивости и плодоношения этой породы.

Смородина золотая. Неприхотлива к климатическим условиям: она легко переносит холодные зимы и жаркое лето, засоленность почв в условиях юго-востока РСФСР, Западной Сибири и Казахстана. Это обуславливает ее широкое применение для поле- и пастбищезащитного лесоразведения, закрепления эродированных крутых склонов оврагов и балок. Селекционную и семеноводческую работу следует направить на повышение урожайности и качество ягод.

Саксаул. Ареал саксаула — пустыни Средней Азии и Африки. Основные виды: черный, белый и зайсанский. В последние годы ВНИАЛМИ проводил интродукционную работу с саксаулом черным в Прикаспийской низменности. Выявлена его высокая засухо- и солеустойчивость, но недостаточная морозоустойчивость. Селекционную и семеноводческую работу следует направить на выявление в условиях европейской части страны лучших географических экотипов, древовидных форм для создания пастбищемелиоративных насаждений и кустарниковых — для кормовых целей. Кроме того, важными в хозяйственном отношении являются фенологические формы саксаула, отличающиеся по срокам цветения и формирования плодов. Как правило, поздноцветущие особи отличаются ежегодным стабильным урожаем. Следует организовать поиск высокорослых форм в Монголии и СССР (Талды-Курганская и Восточно-Казахстанская области). Необходи-

димо также проводить селекцию саксаула на устойчивость к специфическому заболеванию вне его ареала – фузариозу и камароспориозу.

Тамарикс. Эта порода – чемпион по солеустойчивости, достаточно засухо- и морозоустойчива и может широко использоваться для поле- и пастбищезащитного кулисного лесоразведения на светло-каштановых и бурых почвах сухой степи и полупустыни. Селекционную работу следует направить на использование наиболее высокорастущих древовидных видов и форм (например, спонтанный гибрид "Майский снег" достигает высоты 3–4 м), а также на семенную продуктивность этих растений.

Джужгун. Лучшая порода для закрепления подвижных песков. При его засыпании способен давать обильные придаточные корни. Молодые ветви джужгуна – питательный корм для овец. Для защитного лесоразведения наибольший интерес представляют следующие высокопродуктивные виды: безлистный, голова Медузы, древовидный, щетинистый шерстистоногий, высокий, белокрылый и др. Наряду с отбором наиболее перспективных видов селекцию необходимо вести на получение однопобеговых пирамидальных форм, более удобных для посадки пастбищезащитных кустарниковых кулис.

Терескен. Это самая распространенная пастбищная культура для аридных пастбищ. Из многочисленных видов наиболее перспективны терескены серый и Эверсманны. На корм скоту идут листья, плоды и однолетние побеги. ВНИАЛМИ разработал рекомендации по агротехнике выращивания терескена, позволяющие в 2–3 раза повысить продуктивность естественных пастбищ (Матвеев, 1984). Урожай поедаемой массы в Астраханской области и Ставропольском крае составляет 10–29 ц/га.

Селекционная работа по терескену должна проводиться на дальнейший рост продуктивности кормовой пастбищной культуры. Организация семеноводства заключается в сборе семян наиболее продуктивных видов на посевных грядках питомников к концу первого вегетационного периода или на специальных семенных плантациях. Кормовые посадки и семенные плантации в целях повышения продуктивной поедаемой массы и урожая семян ежегодно срезаются в конце каждого вегетационного периода. Урожайность семян составляет 10–25 кг/га.

11. ЗАДАЧИ АГРОЛЕСОМЕДИОРАТИВНОЙ НАУКИ

Докучаевское наследие в области природопользования велико и многообразно. За истекшие 100 лет его значение не только не устарело, но даже возросло. Экологические проблемы в современном мире стали социальными, теснейшим образом связанными с охраной окружающей среды, развитием экономики, социальной инфраструктуры, здоровья и благосостояния общества. Призыв взять у природы все, не ожидая ее

милостей, десятилетиями приучал нас к интенсивному использованию естественных ресурсов без оглядки на последствия, многие из которых, как оказывается теперь, необратимы.

Что можно противопоставить разрушению природной среды? Ответ может быть только один: разумную, по-иному ориентированную деятельность людей. Естественным условием сохранения человеческого общества становится такая перестройка сознания, социальных отношений и хозяйственной деятельности, которая направлена на кардинальное изменение стратегии использования природных ресурсов, предотвращения их истощения и загрязнения отходами, нацеленная на обеспечение совместимости с природой всех видов человеческой деятельности.

Современное природопользование уже не может быть некомплексным, оно должно обеспечивать стабильность развития экосистем, блокирования и устранения нежелательных отклонений в состоянии окружающей среды и ее развития, будь то любые виды и формы загрязнения или разрушения земель, аридизация, засоление почв, хищническая добыча ископаемого сырья и биологических ресурсов и т. д. В нашем постоянном стремлении к прогрессу и благополучию мы, к сожалению, забываем предупреждение классиков марксизма о том, что нельзя властвовать над природой, находясь как бы вне ее, что все наше господство над природой состоит лишь в умении познавать ее законы и разумно их применять.

Экологическая ситуация сегодня характеризуется тем, что равновесие биосферы уже не может обеспечиваться саморегуляцией, т. е. естественным путем, а зависит от характера человеческой деятельности. Если она не будет помогать биосфере нормально функционировать, не будет соответствовать экологическим требованиям, наступление кризиса неизбежно ускорится.

Трансформативная стратегия землепользования, долгие годы господствовавшая в нашем сельском хозяйстве, привела к разбалансированию элементов аграрного ландшафта и подавлению огромных биологопродуктивных возможностей самой природы в повышении плодородия почв. В засушливых районах страны возросла опасность проявления неблагоприятных факторов – засух, суховеев, ветровой и водной эрозии. Наблюдается явно выраженная тенденция дальнейшего снижения потенциального плодородия почв, общей аридизации и опустынивания сельскохозяйственных территорий.

В XVIII в. неурожайные годы выпадали один раз за 20 лет, в XIX – один за 10, а в XX в. уже три за 10 лет. Все существующие ныне системы земледелия не обеспечивают бездефицитного баланса гумуса, т. е. ведут к дальнейшему снижению плодородия почв. Ежегодный ущерб от эрозии, главным образом за счет уменьшения урожая, оценивается специалистами от 9 до 25 млрд руб. За последние 20 лет он вырос вдвое. С поверхностным стоком смывается ежегодно до 1,5 млрд т продуктов разрушения почвы вместе с химическими веществами, около 30 % вносимых минеральных удобрений и пестицидов, что

вызывает возрастающую эвтрофикацию водоемов и загрязнение рек. Кроме того, необходимо учитывать ущерб от загрязнения грунтовых вод, воздушной среды и другие негативные последствия нерациональной хозяйственной деятельности человека, неподдающиеся пока точной экономической оценке.

Сельскохозяйственная деятельность по силе своего влияния на природную среду давно стала в ряд с другими мощными видами антропогенеза. Поэтому ее экологизация является насущной задачей сегодняшнего дня. Решение любых, даже самых малых задач увеличения продукции растениеводства и животноводства связано с использованием основного средства производства — земли. Необходимо поднять ее плодородие, устойчивость к разрушению, возбудить в ней дремлющие потенциальные возможности. Выход из создавшегося положения может быть в переходе на адаптивную стратегию землепользования, биологизацию современного земледелия, в широком применении зонально-экологических преимущественно сухих мелиораций, наиболее полно приспособленных к местным условиям и максимально использующих ее природные ресурсы. Во всем этом должна шире участвовать агролесомелиорация. Многолетними исследованиями ВНИАЛМИ и других научных учреждений страны установлено, что экологически устойчивые сообщества из древесных и травянистых растений существенно улучшают атмосферу и значительно повышают биоэнергетический потенциал полей.

Исходя из того что агролесомелиорация как наука и отрасль сельскохозяйственного производства использует разнообразные благотворные свойства леса для аграрных целей, основной задачей ее является формирование и совершенствование высокопродуктивных и биологически устойчивых экосистем, которые способны сохранять плодородие почвы, эффективно противостоять ее разрушению, химическому загрязнению среды и в целом стабилизировать социально-экономические условия хозяйствования и жизнедеятельности человека на земле. Первоочередные объекты лесной мелиорации следующие: пахотные угодья, овраги, балки и малопродуктивные склоны, разрушенные водной эрозией; опустыненные песчаные территории и аридные пастбища. Потенциальные возможности лесомелиорации этих категорий земель довольно значительны, они далеко не полностью раскрыты и реализованы.

Экологизация производства начинается с экологизации науки. Несмотря на уже большой арсенал агролесомелиоративных знаний, еще не все теоретические задачи, поставленные Особой экспедицией проф. В. В. Докучаева, решены в части формирования оптимально сбалансированных агроландшафтов, не полностью раскрыт механизм взаимодействия различных компонентов в них, особенно энерго- и массообмена в системах защитных лесонасаждений как единых биологических комплексах, не изучена специфика взаимоотношений элементов биоты в лесоаграрных ландшафтах разных регионов страны, в различных почвенно-климатических и хозяйственных условиях.

Агролесомелиорация фактически еще не преступила к экологизации собственных технологий создания и выращивания лесонасаждений на сельскохозяйственных землях, ошибочно полагая, что разработанные ранее и разрабатываемые сегодня технологии, машины и химические средства безупречны в экологическом отношении.

В общесоюзной программе биосферных и экологических исследований, которую возглавляет Академия наук СССР, предполагается участие агролесомелиоративных научно-исследовательских учреждений. Здесь важно во всех основных и производственных блоках программы найти и укрепить место защитного лесоразведения как фактора стабилизации аграрных ландшафтов, превращения их в лесоаграрные. Это относится как к разработке общей теории устойчивости биологических, экологических и географических систем, включая биосферу, так и к развитию теории рационального природопользования, учитывая при этом стратегическое значение защитного лесоразведения для государства в целом. Это относится также к разработке системы методов экологического обеспечения решения экономических и социальных задач развития страны и отдельных регионов в части использования многофункциональных свойств защитных лесонасаждений. Это относится, наконец, и к развитию методологии исследований и моделирования биосферных процессов, включая агролесомелиоративные методы исследования экологии крупных территорий, лесоаграрных ландшафтов, других природно-антропогенных комплексов с участием защитных лесонасаждений.

Должны быть изучены вопросы экологического нормирования состояния агроландшафтов, допустимых порогов дальнейшего антропогенного воздействия на них, так же как и ограничения определенных видов хозяйственной деятельности, проблемы эффективной охраны природных ресурсов, экосистем, экологического обеспечения землеустроительного проектирования. Предстоит организовать экологический мониторинг состояния и динамики агроландшафтов, других территорий и объектов, где применяется защитное лесоразведение во всех его разнообразных формах.

Нуждается в совершенствовании теория адаптации агролесомелиорации к реальным природно-ресурсным системам, в той или иной мере нарушенным человеческой деятельностью в разных регионах страны, в том числе разработка методов агролесомелиоративной защиты почвы, сельскохозяйственных растений, многолетних насаждений, водных бассейнов, атмосферы от возрастающего загрязнения.

Важными перспективными задачами являются следующие: развитие теорий функционирования систем защитных лесонасаждений на сельскохозяйственных землях с максимальным использованием продукционного потенциала растений и животных, построения лесоаграрных ландшафтов с заданными свойствами; автоматизация управления этими системами; разработка методов прогноза изменения их устойчивости и состояния.

В развитие этих общих положений экологической науки ВНИАЛМИ

сформулировал задачи агролесомелиоративной науки как *оптимизация аграрных ландшафтов с помощью защитных лесонасаждений в целях повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных угодий, борьбы с их деградацией, рационального использования биоклиматических ресурсов и эффективной охраны природы.*

Для реализации этого крупного направления предусматривается решение ряда конкретных теоретических и прикладных проблем, обеспечивающих рациональное природопользование, борьбу с засухой, суховеями и эрозией почв. Сюда включаются: оценка фитоэкологических ресурсов на основе аэрокосмической фотоинформации; выявление степени деградации сельхозугодий; обоснование принципов фитоэкологического районирования территорий и необходимости проведения агролесомелиоративных мероприятий; разработка основ методологии системного подхода в защитном лесоразведении с учетом требований оптимизации и устойчивого функционирования природно-антропогенных экосистем; разработка методов системно-экологического мониторинга, оценки, прогноза и управления энерго-массообменом и продуктивностью лесоаграрных экосистем; разработка конкурентоспособных технологий и технических средств создания и выращивания лесонасаждений.

Оценочные исследования фитоэкологических ресурсов имеют целью определить площади и состояние различных видов защитных лесных насаждений по основным земледельческим районам страны, выявить регионы активной деградации почвенного покрова от разных неблагоприятных климатических факторов (дефляции, водной эрозии, засоления и заболачивания), произвести оценку фитоэкологических ресурсов и определить оптимальную лесистость аграрного ландшафта. Большие возможности для решения этих вопросов представляют аэрокосмические методы, осваиваемые ВНИАЛМИ. Они позволяют оперативно и с высокой точностью картографировать фитоэкологические условия территории, выявлять районы первоочередной фитомелиорации, определять экологическое влияние защитных лесных насаждений, их параметры, состояние и долевое участие в составе сельскохозяйственных угодий.

На основе разновременного аэрокосмического фотоматериала планируется провести эколого-математическое моделирование и дать прогноз развития динамических процессов деградации и опустынивания сельскохозяйственных угодий, продуктивности лесоаграрных ландшафтов.

Решение проблемы борьбы с водной эрозией предусматривается путем поиска путей управления эрозионно-аккумулятивным процессом в лесоаграрном ландшафте. В свою очередь, в изучение этого процесса положена идея о взаимообусловленности фундаментальных физических закономерностей эрозионно-аккумулятивного процесса и особенностей поверхности территорий. Она базируется на возможности и необходимости "сквозного" применения гидродинамической теории взвесенесущего потока, положений теории энергомассопереноса с

позиций единства и системной взаимосвязи природных явлений к решению прикладных задач эрозиоведения, природоохраны и экологии как среды обитания человека. Такой подход имеет широкий выход в теорию и практику самых разных научных дисциплин и областей прикладной деятельности, оценки ближайших и отдаленных последствий антропогенного воздействия на природу, в т. ч. сохранения и воссоздания почвенного плодородия, управления водным режимом территорий, эрозией почв, дает научные основы картирования и районирования территорий и т. п.

Чрезвычайно важны исследования состояния почвенно-растительного покрова водосборных бассейнов и водности малых рек. Только за последние 20 лет до 80 % перестали быть проточными, а 60–70 % имеют на значительном протяжении сухие русла. Экспедиционные исследования ВНИАЛМИ, проведенные в 1985–1987 гг. в различных областях Поволжского региона показали, что, кроме утраты водности, на берегах рек и склонах водосборных бассейнов увеличились площади смытых и размытых почв, больше стало активных оврагов, растительный покров пастбищ на овражно-балочных землях утратил зональные различия, из его состава исчезли ценные злаковые и бобовые травы, им на смену пришли сорные и не поедаемые скотом однолетники. Деградация естественной растительности наблюдается повсеместно. В результате почвы склонов практически весь вегетационный период подвержены эрозии, а плодородные почвы пойм и надпойменных террас на значительной площади погребены под продуктами твердого стока. Наряду с этим в большинстве случаев на пашне отсутствуют противозерозионные лесонасаждения или их явно недостаточно.

В структуре ландшафтов водосборов малых рек, а следовательно, и речных бассейнов более высоких порядков произошли негативные, возможно необратимые изменения: распад устойчивых природных систем, утрата буферных свойств компонентами ландшафта. Радикальное средство оздоровления степных и полупустынных ландшафтов — лесомелиоративные мероприятия, выполненные в сочетании с луго- и гидромелиорацией, а также с противозерозионной агротехнологией.

Исследования по лесомелиорации водосборов малых рек увязываются с поиском залежей природного органического вещества в долинах малых рек (торф, сапрпель, старичные илы, погребенные мощные луговые почвы) и способами его использования для обогащения ими смытых и размытых почв, ускоренного повышения их плодородия.

Остается острой проблема борьбы с ветровой эрозией почв. В стране имеется около 92 млн га дефляционно-опасных земель, из них примерно на 30 % площади дефляция может проявляться в средней, сильной и очень сильной степени (около 30 млн га), когда потери почвы достигают более 100 т/га в год. На 53 млн га внедрена в настоящее время почвозащитная технология обработки почвы, что снизило опасность проявления ее дефляции на этой территории. Потери почвы здесь уменьшились в 5–6 раз. Но вместе с тем они остались на уровне

6–48 т/га, а это в 2–12 раз выше допустимых (3–4 т/га в год), которые могут компенсироваться почвообразовательным процессом.

ВНИАЛМИ видит решение проблемы защиты почв и посевов от ветровой эрозии в комплексном использовании агротехнических и лесомелиоративных средств на крупных территориях, где дефляция, водная эрозия, суховейные и метелевые ветры на водосборах действуют совместно. Здесь правильное ориентирование лесных полос зависит от целого комплекса вредоносных факторов. Предполагается разработать единую модель оптимизации размещения агролесомелиоративных насаждений на дефлируемых водосборах с учетом всех действующих факторов.

Одна из важнейших природоохранных проблем – повышение плодородия почвы. Содержание органического вещества – основного показателя ее плодородия – уменьшилось за последние 100 лет почти на одну треть (потери до 100 т/га гумуса). В дерново-подзолистой зоне потери гумуса достигли 40 % исходного запаса, черноземной – 41, в сухой степи – 34 %. На Украине пахотные почвы южной и сухой степи содержат на 12–21 % гумуса меньше, чем целинные.

С помощью защитных лесонасаждений этому процессу дестабилизации плодородия можно придать обратный ход, о чем свидетельствуют результаты почвенных обследований, полученные во ВНИАЛМИ по различным природно-географическим зонам. Так, в обследованных 5 лесоаграрных ландшафтах (90 тыс. га) под защитой 4340 га 20–60-летних ЗЛН средняя прибавка гумуса под насаждениями составила 25,6–79,3 т/га, в мелиорированной пашне (15 тыс. га) – 9,4–16,5, в ландшафтах – 2,5–4,6 т/га. Прибавка гумуса и биогенных элементов в почве под защитой лесонасаждений значительно повышалась в регионах с развитой ветровой эрозией почв (Северный Кавказ, Алтайский край).

Во ВНИАЛМИ разрабатывается новая методика расчета баланса гумуса в почве лесоаграрных ландшафтов, с помощью которой будут получены данные об аккумуляции, трансформации органического вещества почвы по природным зонам страны для разработки систем и технологий расширенного воспроизводства плодородия почв, совершенствования почвенного кадастра. В перспективе предусматривается создание модели системы среда – урожай и ее адаптация для конкретных территорий.

Агролесомелиоративные мероприятия по защите почвы от засухи и эрозии должны обеспечить благоприятный экологический фон для функционирования новых систем земледелия, в том числе биологической, которые бы эффективно использовали изменяющийся под влиянием лесонасаждений потенциал агроклиматических ресурсов лесоаграрных ландшафтов.

Будут выявлены экологические ресурсы полей и даны приемы их регулирования для получения максимально высокого урожая сельскохозяйственных культур. Исследования включают определение темпов и объемов накопления органических и минеральных веществ,

гумуса в самих лесных насаждениях и на прилегающих лесомелиорированных полях с вычленением доли аккумуляции мелкозема и питательных веществ от дефляционного процесса и возрастания их в связи с улучшением микроклиматических условий и связанного с этим усилением почвообразовательного процесса. Изучается также баланс и кругооборот питательных веществ в лесоаграрных ландшафтах.

Будет развернута сеть метеостанций по зонам страны для выявления влияния завершенных систем защитных лесных насаждений на микро-, мезо- и макроклимат (осадки, влажность воздуха, число ясных и пасмурных дней, земной магнетизм, радиоактивность, баланс кислорода и углекислоты). По основным зонам земледелия, кроме того, изучаются вопросы динамики грунтовых вод, их минерализации, водного баланса, формирования урожая сельскохозяйственных культур, методы его сохранения с применением организационных, защитных (биологических, интегрированных) и других мероприятий.

Будут продолжены исследования по предупреждению вторичного засоления и заболачивания орошаемых земель. Основным способом регулирования водно-солевого баланса на орошаемых землях в настоящее время является промывка почв на фоне различных типов инженерного дренажа, которые имеют много недостатков. Эти недостатки следующие: высокая стоимость строительства и эксплуатации, вовлечение больших запасов солей в водообмен, вымывание питательных элементов и пестицидов из верхних слоев почвы в грунтовые воды, не решена проблема утилизации дренажного стока. Ставится задача разработать альтернативный метод предупреждения засоления и заболачивания с помощью защитных лесных насаждений и биоинженерного дренажа, которые позволяют улучшить экологическую обстановку на орошаемых землях.

Оптимизация экосистем — одна из центральных задач современного природопользования, в которой агролесомелиорация наряду с другими науками участвует в разработке научно обоснованных норм сочетаний (соотношений) различных угодий в лесоаграрных ландшафтах конкретных природных зон, обеспечивающих наиболее рациональное использование естественного плодородия земель в расчете на длительность их эксплуатации. Современная лесомелиорация располагает большим набором лесонасаждений, способных обеспечить защиту практически любых угодий и объектов. Применение таких насаждений в различных сочетаниях позволяет конструировать полноценные системы ЗЛН, привязанные к особенностям рельефа, почв, гидрологии, климата, хозяйственной организации или инфраструктуры территории.

Важнейшей задачей современной агролесомелиоративной науки является разработка технологий содержания, эксплуатации и своевременного восстановления насаждений. Свыше 700 тыс. га только полезащитных лесных полос нуждается в неотложной реконструкции и восстановлении. Между тем еще нет надежных конструкций машин и

орудий для этого. Сами процессы ухода за насаждениями не опираются на научно обоснованные разработки. Очень трудоемкое по энергозатратам восстановление усыхающих лесных полос посадкой новых культур. При этом применяется раскорчевка пней с последующей сплошной обработкой почвы. Прямые затраты на подготовку почвы таким способом достигают 1000 руб/га, не считая огромного экологического ущерба, наносимого при этом земле. Разработка новых перспективных технологий восстановления лесных полос должна резко снизить эти затраты. Предстоит решить также задачу утилизации древесины, получаемой от рубок различного назначения.

К основным направлениям, обеспечивающим повышение продуктивности и устойчивости агроценозов и лесонасаждений к вредным организмам относится разработка зональных интегрированных систем регулирования численности полезных и вредных организмов в агроландшафтах и защиты растений с использованием экологически безопасных способов и средств. В перспективе предполагается усовершенствование методов мониторинга лесопатологического состояния агролесозосистем с применением космической техники для выявления очагов массового размножения вредителей и болезней в крупных агролесомелиоративных районах, подбор деревьев и кустарников, благоприятствующих оптимизации численности вредных и полезных организмов.

В механизации агролесомелиоративного производства перспективные работы концентрируются на следующих направлениях: индустриальная технология выращивания посадочного материала в питомниках для целей лесомелиорации; модульные конструкции машин для лесомелиорации песков и аридных пастбищ; машины для реконструкции и восстановления старовозрастных защитных насаждений. Имеющиеся у нас в стране и за рубежом технические средства для возросших объемов лесомелиорации песков и аридных пастбищ не могут обеспечить выполнение всех операций, предусматриваемых технологическими процессами. Поэтому требуется разработка недостающих машин, в том числе для создания на пастбищах насаждений саванного типа, редкостойных, высаживаемых во влагонакопительные линзы.

Сейчас в основном преобладают конструкции одно- и, в отдельных случаях, двухоперационных машин. Однако использование их, особенно в связи с сезонностью работ, малоэффективно, а затраты на изготовление и содержание велики. Необходимо направить усилия на разработку комбинированных и модульных машин для выполнения различных операций.

Исключительную важность приобретает освоение песчаных арен Юга, Юго-Востока и Прикаспийской низменности, темпы деградации и опустынивания которых в последние 15–20 лет резко возросли. Так, в Прикаспийском пастбищном регионе из-за нерациональной распашки и бесконтрольного выпаса ежегодно в пустыню превращается 15–20 тыс. га пастбищных угодий.

Во ВНИАЛМИ разработана теоретическая концепция улучшения

деградированных и восстановления опустыненных природных пастбищ путем превращения их в адаптивные многоярусные древесно-кустарниково-травяные лесопастбища. В экологически сбалансированных лесопастбищных ландшафтах с системой мелиоративных и мелиоративно-кормовых насаждений наиболее полно реализуются климатические, эдафические и территориальные ресурсы песчаных арен, формируется комфортный пастбищный микроклимат, быстро затухают процессы деградации благодаря вовлечению в биологический круговорот дополнительных альтернативных источников физиологически доступной влаги – грунтовых вод и перераспределенных атмосферных осадков, резко (в 1,5–2 раза) возрастают продуктивность и зоотехнические качества кормовой фитомассы.

Технологические решения по мелиорации низкопродуктивных земель направлены на разработку новой технологии создания лесных насаждений на песках без предварительной подготовки почвы с минимальным числом уходов за культурами. Совмещение операций по внесению минеральных доз гербицидов (0,5–1,5 кг/га на период жизни насаждения) с посадкой семян и уходом за ними, автоматизация работы лесопосадочных машин позволяет выйти на уровень развитых капиталистических стран, в том числе и по энергозатратам.

Внесение гидрогелей (СПГ) в маловлажные песчаные почвогрунты с целью повышения продуктивности лесных насаждений в определенной степени может заменить искусственное орошение. В мировой практике такие работы пока не проводятся. За рубежом используются СПГ на песках аридных областей только при орошении сельскохозяйственных культур.

Формирование полноценных пастбищ на опустыненных песчаных землях (барханные пески и другие территории, полностью лишенные растительного покрова) предполагает создание противодефляционной основы (насаждения древесных и кустарниковых пород) и посев ценных кормовых трав. Разработка способов частичного ввода трав с использованием авиации позволит охватывать фитомелиорацией одновременно крупные массивы, что технологически весьма важно, особенно при недостатке семян. Исследования по совершенствованию коренной мелиорации деградированных пастбищ имеют целью совершенствование и значительное снижение энергоемкости технологического процесса.

Экологическая катастрофа в Приаралье поставила перед агролесомелиорацией новые задачи. Исследования, проводимые в этом регионе ВНИАЛМИ, СредазНИИЛХ, КазНИИЛХА, показывают, что защитное лесоразведение с использованием жаро- и солеустойчивых кустарников и деревьев может помочь восстановлению природного равновесия. В некоторых же районах агролесомелиорация может служить альтернативой орошению земель, где 4–5 га песков под защитой древесно-кустарниковых посадок эквивалентны по продуктивности одному орошаемому гектару.

В этой связи предстоят крупные исследования по агролесомелио-

рации в Приаралье: от разработки лесомелиоративной классификации (включая тематическое картографирование) земель осушенного дна Аральского моря и прилегающих к нему обширных территорий с использованием дистанционных методов до создания новых технологий закрепления и агролесомелиоративного освоения этих земель. Сюда входит биоэкологическое обоснование способов восстановления растительного покрова в очагах опустынивания, повышение и стабилизация почвенного плодородия деградируемых экосистем на песчаных землях, фитомелиорация засоленных и солонцеватых территорий с супесчаными и суглинистыми почвами, в т. ч. сухого дна Аральского моря, разработка моделей экологически сбалансированных агролесосистем в различных местностях Приаралья.

Эти исследования опираются на материалы аэрокосмической информации, физической географии, эколого-экономические проработки перспектив хозяйственного развития региона, физико-математическое и биологическое моделирование, закладку и изучение эталонных систем. Большое внимание уделяется изучению эдафических режимов очагов опустынивания, биоклиматического и термодинамического потенциалов, характера почвенно-грунтовых растворов и грунтовых вод, их ионного, изотопного и агрегатного состава.

Будут подобраны и испытаны растения, обладающие высокой устойчивостью, почвоулучшающей способностью, кормовой или другой хозяйственной ценностью. Намечается разработка следующих вопросов: технологии создания или восстановления почвенно-растительного покрова в виде многоярусных фитоценозов с помощью новых технических средств; приемы физико-химической мелиорации почвогрунтов с использованием сильнонабухающих полимерных гидрогелей, влагоемких полимиктовых грунтов, органических удобрений, устройства искусственных корнеходов; способы возврата в сельскохозяйственный оборот засоленных орошаемых земель путем освоения их под лесопастбища и другие виды кормовых угодий; оптимальные режимы эксплуатации новых агролесомелиоративных экосистем в Приаралье.

Таковы в общих чертах основные направления развития агролесомелиоративной науки, начала которой сто лет назад были заложены в трудах Особой экспедиции под руководством профессора В. В. Докучаева.

Отдавая дань уважения этому выдающемуся естествоиспытателю, авторский коллектив считает себя последователями плодотворного учения В. В. Докучаева о почвенно-ландшафтно-географическом подходе к исследованиям природы, мелиоративному освоению сельскохозяйственных земель и полон решимости развивать его дальше в новых естественно-исторических условиях.

1. *Агрофизические методы исследования почв.* — М.: Наука, 1966. — 257 с.
2. *Александрова Л. Н.* Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. — Л.: Наука, 1980. — 288 с.
3. *Виноградов В. Н., Кулик Н. Ф.* Пески аридной зоны — важный резерв сельскохозяйственного производства//Мелиорация и хозяйственное освоение песков засушливых областей. — Волгоград, 1981. — С. 3—15.
4. *Водогребский В. Е.* Влияние агролесомелиораций на годовой сток. — Л.: Гидрометеоздат, 1979. — 184 с.
5. *Высоцкий Г. Н.* Избранные труды. — М.: Госиздат, 1960. — 435 с.
6. *Гаршинев Е. А., Барабанов А. Т., Зыков И. Г.* Основные направления противозерозионной мелиорации//Вестник с.-х. науки. — 1988. — № 1. — С. 145—151.
7. *Гришина Л. А., Орлов Д. С.* Система показателей гумусного состояния почв//Проблемы почвоведения. — М.: Наука, 1978. — С. 42—47.
8. *Докучаев В. В.* Русский чернозем. М.-Л.: ОГИЗ, Сельхозгиз, 1936. — 551 с.
9. *Долгилевич М. И., Васильев Ю. И., Сажин А. Н.* О расстояниях между полевзашитными лесными полосами на землях, поврежденных ветровой эрозией//Бюллетень ВНИАЛМИ. — Волгоград, 1973. — Вып. 12(66): — С. 11—15.
10. *Долгилевич М. И., Васильев Ю. И., Сажин А. Н.* Системы лесных полос и ветровая эрозия. — М.: Лесная промышленность, 1981. — 160 с.
11. *Долгилевич М. И., Сажин А. Н.* Почвозащитная эффективность лесных полос при пыльных бурях//Лесное хозяйство. — 1975. — № 8. — С. 43—46.
12. *Дополнение к нормативам прибавок урожая важнейших сельскохозяйственных культур от мелиоративного влияния полевзашитных лесных полос*/Трибунская В. М., Кузьмина Т. С., Жигульская Е. Е. и др. — Волгоград, 1985. — 139 с.
13. *Захаров В. В., Кретинин В. М.* Повышение плодородия почв и урожая сельскохозяйственных культур на межполосных полях//Пути повышения эффективности полевзашитного лесоразведения. — М.: Колос, 1979. — С. 71—90.
14. *Зубов А. Р.* Эффективность стокорегулирующих лесных полос и противозерозионных гидротехнических сооружений в Донбассе/Автореф. канд. дисс. — Волгоград, 1988. — 24 с.
15. *Зюль Н. С., Лобачева М. Е., Жданов Ю. М.* Закладка культур сосны на песках без применения ручного труда//Мелиорация и хозяйственное освоение песков засушливых областей. — Волгоград, 1981. — С. 82—91.
16. *Конова М. М.* Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. — М.: Изд-во АН СССР, 1963. — 314 с.
17. *Краевой С. Я.* Защитное лесоразведение в полупустыне. — М.: Лесная промышленность, 1968. — 117 с.
18. *Кретинин В. М.* Передвижение нитратного азота в черноземе обыкновенном на лесомелиоративной территории//Почвоведение. — 1976. — № 11. — С. 78—87.
19. *Кретинин В. М., Кузнецов А. П.* Влияние почвенных условий и удобрений на приживаемость и рост лесных культур террасированных склонов степного Заволжья//Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай, вып. 9. — Куйбышев: кн. изд-во, 1978. — С. 154—159.
20. *Кретинин В. М., Селянина З. М.* Передвижение нитратного азота в светло-каштановой почве под защитой лесных полос//Почвоведение. — 1981. — № 8. — С. 105—111.
21. *Кулик Н. Ф.* Водный режим песков аридной зоны. — Л.: Гидрометеоздат, 1979. — 278 с.
22. *Лазарев М. М.* Биоклиматический потенциал в системах полевзашитных лесных полос//Достижения науки и техники. АПК — 1989. — № 4. — С. 14—17.

23. *Леонов В. В., Кретинин В. М.* Применение удобрений под березу повислую в полевосащитной лесной полосе на обыкновенном черноземе//Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай, вып. 13. — Куйбышев: кн. изд-во, 1982. — С. 98—106.
24. *Логгинов Б. И.* О длительной глубокой обработке почвы в междурядьях степных насаждений//Лесное хозяйство. — 1978. — № 3. — С. 31—34.
25. *А. с. 1115682 СССР, МКП³ АО IV 23/00.* Способ освоения очагов дефляции с мелкобарханным рельефом под лесопастбища/А. С. Манаенков, В. И. Петров, Н. С. Зюзь (СССР). — № 3473729/30—15; Заявлено 02.06.82; опубл. 30.09.84, Бюл. № 36.
26. *Маттис Г. Я.* Итоги и направления селекционных работ ВНИАЛМИ по основным древесным породам//Биологические особенности, интродукция и селекция древесных пород для защитного лесоразведения. — Волгоград, 1983. — С. 3—18.
27. *Методика изучения агрономической эффективности противоэрозионных лесных насаждений*/ВНИАЛМИ. — Волгоград, 1982.
28. *Павловский Е. С.* Уход за лесными полосами. — М.: Лесная промышленность, 1976. — 248 с.
29. *Павловский Е. С.* Проблемы экологии полевосащитных лесонасаждений на сельскохозяйственных землях//Агроресомелиоративные насаждения, их экология и значение в лесостепном ландшафте. — Волгоград, 1983. — С. 17—25.
30. *Павловский Е. С.* Биодизайн лесостепного ландшафта/Науч. тр. ВНИАЛМИ. — Волгоград, 1986. — Вып. 2(88). — С. 100—114.
31. *Павловский Е. С., Трибунская В. М., Щербакова Л. Б.* Экологическая оценка многофункциональной роли защитных лесных насаждений/Науч. тр. ВНИАЛМИ. Волгоград, 1987. — Вып. 1(90). — С. 175—186.
32. *Павловский Е. С., Лазарев М. М.* Зоны влияния лесных полос и земледелие/Науч. тр. ВНИАЛМИ. — Волгоград, 1988. — Вып. 2(94). — С. 5—14.
33. *Панов В. И.* Преобразование гидрологического режима территории агролесомелиоративно-противоэрозионными комплексами//Вестник. с.-х. науки. — 1979. — № 12. — С. 133—141.
34. *Петров В. И.* Биологические основы размещения древесно-кустарниковой растительности на песках Юго-Востока//Мелиорация и хозяйственное освоение песков засушливых областей. — Волгоград, 1981. — С. 43—54.
35. *Петров В. И.* Вопросы теории и практики экологического мониторинга и агролесомелиорации//Агроресомелиоративные насаждения, их экология и значение в лесостепном ландшафте. — Волгоград, 1983. — С. 49—63.
36. *Пономарева В. В., Плотинова Т. А.* Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения). — Л.: Наука, 1980. — 220 с.
37. *Рекомендации по лесной мелиорации при контурной организации территории в районах активного проявления водной эрозии.* — ВНИАЛМИ, Волгоград, 1989. — 34 с.
38. *Росе А. А., Польский М. Н.* Почвы Джаныбекского стационара, их морфологическое строение, механический и химический состав и физические свойства//Тр. Почвен. ин-та им. В. В. Докучаева, т. 56. — М., 1961.
39. *Степин В. В., Петров Н. Г.* Эффективность защитного лесоразведения. — М.: ЦБНТИлесхоз, 1986. — 40 с.
40. *Сурмач Г. П., Гаршинев Е. А., Панов В. И.* Гидрологическая и противоэрозионная роль лесных насаждений//Гидрологическая роль защитных лесных насаждений. — М.: Колос, 1975. — С. 220—299.
41. *Трибунская В. М., Кузьмина Т. С.* Нормативы прибавок урожая важнейших сельскохозяйственных культур от мелиоративного влияния полевосащитных лесных полос. — М., 1984. — 99 с.
42. *Трибунская В. М., Кузьмина Т. С.* Нормативы для планирования агролесомелиоративных мероприятий ВНИАЛМИ. — Волгоград, 1989. — 181 с.

Введение	3
1. Теоретические основы агролесомелиорации	6
1.1. Стратегия защитного лесоразведения	6
1.2. Системы защитных лесонасаждений	16
1.3. Ландшафтная агролесомелиорация	24
2. Агроклиматические ресурсы и сельскохозяйственная продуктивность лесоаграрных ландшафтов	30
3. Полезащитные лесонасаждения — основная часть ландшафтного агрокомплекса, сохранения и приумножения плодородия почв	44
3.1. Обоснование и принципы создания полезащитных лесонасаждений	44
3.2. Выращивание полезащитных лесных полос на богарных землях	46
3.3. Выращивание полезащитных лесных полос на орошаемых землях	60
4. Математическое обоснование размещения лесных полос в целях борьбы с дефляцией почвы	72
4.1. Защищенность пашни от ветра и динамика ее изменения	73
4.2. Математическая модель формирования прибавок урожая на защищаемой лесными полосами территории	84
4.3. Формирование и размещение систем лесных полос в районах активного проявления ветровой эрозии	95
5. Лесомелиоративные и агротехнические приемы повышения плодородия почв	106
5.1. Мелиоративная обработка почв под посадку лесных полос	106
5.2. Новый способ мелиорации солонцовых почв	112
5.3. Глубина, способы и сроки основной обработки почвы на межполосном поле	116
5.4. Глубина предпосевной обработки почвы под ранние яровые культуры	119
5.5. Удобрение почвы под защитными лесными насаждениями	122
5.6. Удобрение почвы под сельскохозяйственными культурами на межполосных полях	124
5.7. Влияние лесных полос и удобрений на структуру и качество урожая	129
6. Лесонасаждения — основной элемент системы противозерозийных мероприятий на водосборах, берегах рек и водоемов	134
6.1. Гидрологическая роль стокорегулирующих лесных полос и оптимизация их системной структуры	137
6.2. Влияние лесонасаждений на испарение снега	142
6.3. Стокорегулирующая роль защитных лесонасаждений	146
6.4. Стокоочищающая роль лесонасаждений в водоохранных зонах малых рек	151
6.5. Мелиоративное влияние противозерозийных лесонасаждений	156
6.6. Лесная мелиорация как альтернатива водной в засушливых регионах страны	160
7. Влияние защитных лесонасаждений на плодородие смытых почв	163
7.1. Изменение морфогенетических показателей смытых почв в системе защитных лесонасаждений	163

7.2. Влияние противоэрозионных лесонасаждений на гранулометрический состав и инфильтрационные свойства смытых почв	172
7.3. Влияние защитных лесонасаждений на химические свойства смытых почв	181
7.4. Повышение плодородия смытых почв в системе противоэрозионных лесонасаждений	193
7.5. Охрана и воспроизводство почвенных ресурсов в системе защитных лесонасаждений	201
7.6. Агроэкономическая оценка почвенно-мелиоративной эффективности противоэрозионных лесонасаждений	208
8. Лесомелиорация малопродуктивных земель аридной зоны	213
8.1. Теория лесомелиорации и комплексного освоения песков	214
8.2. Лесомелиорация опустыненных территорий	222
8.3. Разработка способов облесения заросших песков	224
9. Многофункциональная роль защитных лесонасаждений	232
9.1. Хозяйственное значение защитных лесонасаждений	232
9.2. Оздоровительное значение защитных лесонасаждений	245
9.3. Агролесодизайн	252
10. Селекционно-генетические методы повышения качественного состава, устойчивости и долговечности защитных лесонасаждений	258
10.1. Селекция интродуцентов	259
10.2. Плюсовая селекция и гибридизация древесных пород	260
10.3. Особенности семеноводства основных деревьев и кустарников для защитного лесоразведения	265
11. Задачи агролесомелиоративной науки	272
Литература	283

CONTENTS

<i>Preface</i>	3
1. Theoretical basis of agroforest amelioration	6
1.1. Strategy of protective forestation	6
1.2. Systems of protective afforestations	16
1.3. Agroforest amelioration of landscapes	24
2. Agroclimatic resources and agricultural productivity of agroforest landscapes	30
3. Field windbreaks as a main component of landscape agrocomplex, conservation and increase in soil fertility	44
3.1. Basis and principles of field windbreaks development	44
3.2. Growing of field windbreaks on dryland	46
3.3. Growing of field windbreaks on irrigated land	60
4. Mathematical ground of shelterbelts design in purpose of struggle with soil deflation	72
4.1. Farmland protection from wind and dynamics of its change	73
4.2. Mathematical pattern of forming of increase in yield on sheltered territory ...	84
4.3. Forming and planning of shelterbelts systems in the areas of severe wind erosion	95
5. Forest meliorative and agrotechnical means of soil fertility increase	106
5.1. Meliorative cultivation of soil for shelterbelts planting	106
5.2. New methods of alkaline soil melioration	112
5.3. Depth, ways and date of basic soil cultivation on sheltered fields	116
5.4. Depth of preplanting soil cultivation for early spring crops	119
5.5. Soil fertilization under protective forest plantations	122
5.6. Soil fertilization for agricultural crops on sheltered fields	124
5.7. Influence exerted by shelterbelts and fertilizers upon yield structure and quality	129
6. Forestations as a basic elements of erosion-preventive measures on the territory of watersheds, rivers and reservoirs banks	134
6.1. Hydrological importance of runoff-regulative shelterbelts and optimization of their system structure	137
6.2. Influence of shelterbelts upon snow evaporation	142
6.3. Runoff-regulative importance of shelterbelts	146
6.4. Runoff-clearing importance of shelterbelts in water conservative zones of small rivers	151
6.5. Meliorative influence of erosion-preventive forestations	156
6.6. Forest amelioration as an alternative to water one in droughty regions of the country	160
7. Influence of protective forestations on fertility of eroded soils	163
7.1. Change of morphogenetic indices of eroded soils in the system of protective forestations	163
7.2. Influence of erosion-preventive forestations on granulometric composition and infiltration properties of eroded soils	172
7.3. Influence of protective forestations on chemical properties of eroded soils ...	181

7.4. Increase in eroded soils fertility in the system of anti-erosion forestations	193
7.5. Conservation and reproduction of soil resources in the system of shelterbelts	201
7.6. Agroecological estimation of soil meliorative effectiveness of anti-erosion forestations	208
8. Forest amelioration of low-productive lands of arid zone	213
8.1. Theory of forest amelioration and complex sand reclamation	214
8.2. Forest melioration of desertified territories	222
8.3. Development of methods of fixed sands afforestation	224
9. Multifunctional importance of protective forestations	232
9.1. Economical importance of shelterbelts	232
9.2. Sanitative importance of shelterbelts	245
9.3. Agroforest design	252
10. Selectional genetic methods of increase in qualitative structure, resistance, and longevity of shelterbelts	258
10.1. Selection of introducers	259
10.2. + - selection and hybridization of woody species	260
10.3. Peculiarities of seed production of basic trees and shrubs for protective forestations	265
11. Objects of science of agroforest amelioration	272
References cited	283

Научное издание

Павловский Евгений Семенович
Васильев Юрий Иванович
Зайченко Константин Иванович
Зыков Иван Григорьевич
Зюль Николай Семенович

Кретинин Вениамин Михайлович
Лазарев Михаил Михайлович
Маттис Гельмут Яковлевич
Петров Владимир Иванович
Степанов Александр Михайлович

АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Зав. редакцией Т. А. Тихонова
Художник В. П. Трифионов
Художественный редактор Б. К. Дормидонтов
Технический редактор И. Г. Гоголевская
Корректор В. В. Тумарева

ИБ № 7397

Сдано в набор 14.02.91. Подписано в печать 25.06.91. Формат 60×88 ¹/₁₆. Бумага офсетная. № 2. Гарнитура Пресс-Роман. Печать офсетная. Усл. п. л. 17,64. Усл. кр.-отт. 17,88. Уч. изд. л. 20,93. Изд № 322. Тираж 1250 экз. Заказ № 2091. Цена 4 р. 20 к.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО "Агропромиздат",
107807, ГСП-6, Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 9 НПО "Всесоюзная книжная палата" Государственного комитета СССР по печати. 109033, Москва, Волочаевская, 40.