

К. Н. ДЬЯКОНОВ, В. С. АНОШКО

МЕЛИОРАТИВНАЯ ГЕОГРАФИЯ

Рекомендовано Государственным комитетом Российской Федерации по высшему образованию в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению и специальности «География»

ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1995

ББК 40.6
Д 93
УДК 911.2 : 626.87

Рецензенты:

кафедра физической географии Воронежского
государственного университета;
доктор географических наук *А. Г. Емельянов*

Федеральная программа книгоиздания России
в 1995 году

Дьяконов К. Н., Аношко В. С.

Д 93 Мелиоративная география: Учебник.— М.: Изд-во МГУ,
1995.— 254 с.: ил.
ISBN 5—211—03382—5

В учебнике в соответствии с программой одноименного курса освещаются теоретические и методологические основы мелиоративной географии, принципы и методы мелиоративно-географических исследований. На базе классификации мелиорации дана характеристика их типов и подтипов. Рассмотрены экологические основы мелиораций, организация и осуществление природно-мелиоративного мониторинга, закономерности влияния мелиоративных систем на окружающую среду, охарактеризованы ключевые вопросы проектирования и проведения эколого-географической экспертизы проектов мелиорации.

Для студентов географических и экологических специальностей вузов.

Д 1502000000(4309000000)—031 85—95
077(02)—95

ББК 40.6

ISBN 5—211—03382—5

© Дьяконов К. Н., Аношко В. С., 1995

*Посвящаем своему учителю,
основателю мелиоративной географии,
профессору Александру Михайловичу
Шульгину*

Авторы

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий учебник написан в соответствии с программой курса «Мелиоративная география», утвержденной Учебно-методическим объединением университетов по географическим специальностям. Являясь одной из профилирующих в специальной и магистерской подготовке физико-географов, дисциплина в объеме 36—48 часов читается студентам Московского государственного университета. Ее преподавание базируется на ранее прослушанных курсах: «Ландшафтоведение», «Геохимия ландшафта», «Геофизика ландшафта», «Антропогенные ландшафты», «Экономические основы природопользования» и др.

«Мелиоративная география» была введена на кафедре физической географии СССР географического факультета МГУ в 1961 г. В 1972 и 1980 гг. вышли в свет два издания учебника по указанной дисциплине, автором которых был основатель этого направления профессор А. М. Шульгин.

За время, прошедшее с момента выхода в свет второго издания учебника «Мелиоративная география», появились принципиально новые работы и завершен ряд фундаментальных исследований по указанному направлению. Получили развитие концепции геотехнических систем и антропогенного ландшафта; разработаны вопросы ландшафтного и экологического обоснования проведения комплексных мелиораций; пересмотрены роль и значение водных мелиораций в системе преобразовательных и природоохранных мероприятий; выполнены исследования по влиянию гидротехнических систем на ландшафты; развиваются направления, обеспечивающие методологию и методические подходы к проведению эколого-географической экспертизы; определены принципы экологического проектирования и оценки воздействия (ОВОС) мелиоративных систем.

Показательно, что за период после выхода в свет последнего издания учебника проведено восемь крупных межгосударственных совещаний и конференций по мелиоративной географии:

в 1983 г. в Перми и Москве, в 1986 г. в Ровно, в 1988 г. в Таллинне, в 1989 г. в Саратове, в 1990 г. во Владивостоке, в 1991 г. в Смоленске и в 1993 г. в Минске. Важнейшие проблемы, обсуждаемые на этих форумах ученых — природно-мелиоративный мониторинг, экологические последствия мелиораций и их социально-экономическая эффективность.

Другая характерная черта развития мелиоративной географии за прошедший период — появление новых учебных пособий по отдельным ее разделам и курсу в целом. Среди них учебник В. С. Аношко «Мелиоративная география» (Минск, 1987); пособие В. Б. Михно «Мелиоративное ландшафтоведение» (Воронеж, 1984); курсы лекций А. Н. Олиферова «Географические аспекты мелиорации селевых ландшафтов» (Симферополь, 1982), А. Н. Олиферова «Террасирование в системе земельных мелиораций» (Симферополь, 1983), Г. П. Дубинского и В. И. Буракова «Почвозащитное устройство агроландшафта» (Харьков, 1985) и др.

Но, пожалуй, самым главным событием последних лет, отразившемся на статусе мелиоративной географии и стратегии проведения мелиораций, является расширение форм собственности, а также ликвидация жесткого централизованного проведения мелиоративной политики в нашей стране. Оценивая значение различных типов и способов мелиорации как долговременного средства коренного улучшения свойств ландшафтов и окружающей природной среды, отметим три обстоятельства, определяющих практическую значимость и актуальность мелиораций и мелиоративной географии.

1. Многие неблагоприятные природные явления и свойства ландшафтов существуют объективно и для их устранения необходимы значительные централизованные финансовые вложения и мощные технические средства воздействия. Активное влияние на облачные системы с целью искусственного выпадения осадков или провоцирование града, рекультивация земель, обводнение засушливых территорий — все эти типы мелиораций носят региональный характер и не под силу фермеру. Планирование, проектирование, экспертирование таких мелиораций должны быть научно обоснованными и осуществляться под контролем государственных органов и ведомств.

2. В связи с развитием фермерского хозяйства возрастает роль земельных и фитомелиораций локального (ландшафтного) уровня. Необходимо четкое обоснование проведения культурно-технических мероприятий, известкования, снегозадержания, внесения минеральных удобрений, создания лесных полос и т. д. Финансирование таких работ под силу и отдельным фермерским хозяйствам, и коллективным.

3. Осуществление мелиораций локального, регионального и глобального уровней в целях как повышения сельскохозяйственной продуктивности земель, так и улучшения медико-биологических, эстетических, ресурсосберегающих функций и свойств

ландшафтов предусматривает решение межгосударственных и межнациональных экологических проблем. Именно с учетом этих обстоятельств была выполнена настоящая работа.

Глава I и разделы V.2, V.3, V.5 и VIII.1 написаны совместно. Разделы II.1, II.6, III.2, V.1, V.4, глава VII, разделы VIII.2, VIII.3 и глава IX выполнены К. Н. Дьяконовым, разделы II.2—II.5, III.1 и глава IV — В. С. Аношко. Глава VI написана А. М. Шульгиным.

Авторы выражают искреннюю благодарность профессорам А. Г. Емельянову и В. Б. Михно, взявшим на себя труд по рецензированию рукописи и сделавшим ценные и аргументированные замечания по отдельным разделам учебника.

ГЛАВА I

ПРЕДМЕТ, МЕТОДОЛОГИЯ, ПРИНЦИПЫ И ИСТОРИЯ МЕЛИОРАТИВНОЙ ГЕОГРАФИИ

1.1. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Мелиоративная география (МГ) — географическая дисциплина, изучающая природно-территориальные комплексы (ландшафты) с позиций направленных изменений их неблагоприятных свойств через систему организационно-хозяйственных, биологических, технических, химических и других мероприятий с целью улучшения возможностей выполнения ландшафтом социально-экономических функций и прежде всего повышения его биологической (сельскохозяйственной) продуктивности при условии минимизации отрицательных воздействий на окружающую природную среду, улучшения среды обитания человека.

Основные задачи мелиоративной географии:

изучение и предотвращение процессов деградации ландшафтов и повышение плодородия почв;

комплексное и отраслевое природное и природно-хозяйственное районирование территории России и других стран СНГ, а также отдельных регионов по потребностям в мелиорациях;

ландшафтное обеспечение проектов мелиорации, физико-географический и ландшафтный прогнозы последствий мелиораций на локальном и региональном уровнях (оценка воздействий на окружающую среду);

оценка технических средств мелиораций с позиций ресурсо-воспроизводящей, средообразующей и природоохранной функций ландшафтов;

разработка эколого-географических положений проектирования и экспертизы проектов;

социальная и экономическая оценка мелиораций.

Окружающая природная среда — одно из постоянных и жизненно необходимых условий материальной жизни общества. Однако естественные природные условия (гидрогеологические, почвенные, климатические и др.) часто не обеспечивают получе-

ние необходимого объекта продукции. Комплекс факторов, ограничивающих возможности оптимального использования природных ресурсов и условий, называется *мелиоративной неустроенностью (МН)*. Основные виды МН: переувлажненность, засушливость, засоленность, эродированность, закустаренность, завалуненность и др. МН определяется физико-географическими процессами и явлениями, которые могут быть зональными, а зональными, интразональными и природно-антропогенными. Степень выраженности видов и комплексов МН отражает естественную пригодность территории для хозяйственного использования и необходимость проведения мелиораций.

Методологическую и теоретическую основы мелиоративной географии составляют концепции геотехнической системы, программированных урожаев и агроландшафта.

В начале 60-х годов наш соотечественник Г. Ф. Хильми отметил возрастающую роль технических средств в активном преобразовании свойств природной среды и пришел к выводу, что, «начав с преобразования природы, человек перейдет к ее организации и в конце концов будет вынужден создать принципиально новую биосферу, состоящую из физической среды, населяющих ее организмов и включенных в природу технических устройств, контролирующих физическую среду и в значительной мере ее создающих» (Хильми, 1966, с. 284). По существу, Г. Ф. Хильми указал на возможность управления природными процессами через технические и инженерные биотехнические системы ландшафтного уровня организации.

Зародившаяся в 60-х годах в Институте географии АН СССР географическая концепция геотехнических систем (И. П. Герасимов, Л. Ф. Куницын, В. С. Преображенский, А. Ю. Ретеном, К. Н. Дьяконов и др.) получила в 70—80-х годах широкое развитие в полевых исследованиях географов университетов и академических институтов (С. Л. Вендров, В. С. Аношко, В. И. Булатов, Л. М. Граве, Т. В. Звонкова, А. В. Дончева, А. Г. Емельянов, П. Г. Шищенко, Г. И. Швец и др.). Ее становление связано главным образом с изучением гидротехнических систем на равнинных реках (водохранилищ ГЭС) и мелиоративных систем.

Центральное место в концепции занимает само понятие «геотехническая система (ГТС)». ГТС — это образование физико-географической размерности, у которой природные (как специально созданные человеком, так и естественные, но преднамеренно измененные в процессе действия техники) и технические части настолько тесно взаимосвязаны, что функционируют в составе единого целого. Технология производства предопределяет их целостность, которая достигается вещественно-энергетическими и информационными потоками и связями. В состав ГТС входят подсистемы контролирования, регулирования и уп-

равления (рис. 1). Средствами контролирования могут быть искусственные спутники Земли (ИСЗ) или пилотируемые космические корабли, простые термометры и другие приборы, собирающие информацию о состоянии различных частей ГТС. Функции регулирования могут выполнять простые затворы на мели-

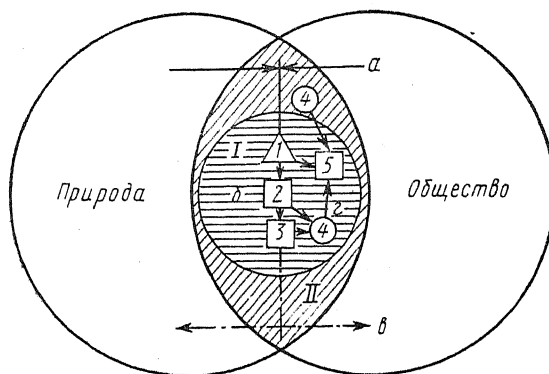


Рис. 1. Принципиальная схема геотехнической системы: I — геотехническая система, II — сфера ее влияния; 1 — блок регулирования, 2 — инженерно-технические сооружения, 3 — искусственно созданная природная подсистема, 4 — средства контролирования, 5 — блок управления

Потоки: а — входящий поток вещества и энергии, б — управляемый поток вещества и энергии, в — выходящий (трансформированный) поток вещества и энергии, г — информационные связи (потоки)

оративных системах, сельскохозяйственная авиация, рассеивающая минеральные удобрения, и т. д. Управление ГТС осуществляют диспетчеры на ГЭС, агрономы и другие специалисты. В ряде случаев функцию управления могут выполнять работы и автоматы с обязательным участием ЭВМ и компьютеров.

ГТС — системы открытые, обменивающиеся со средой веществом и энергией. Поэтому они образуют сферу влияния, состоящую из зон, подзон и поясов, в пределах которых природные процессы в той или иной степени детерминированы функционированием технического блока. Закономерности формирования зон влияния ГТС будут рассмотрены в последующих разделах учебника.

Благодаря блокам контролирования, регулирования и управления ГТС способны направленно изменять как отдельные свойства компонентов, так и ПТК в целом.

Близко к концепции ГТС направление о программированных урожаях, появившееся в 70-е годы в мелиоративной и сельскохозяйственной науках. Его основные положения разработаны И. С. Шатиловым, Б. Б. Шумаковым, Б. С. Масловым, А. И. Усковым, Н. С. Петинным, В. В. Шабановым. Базовым понятием выступает «агробиогеоценоз» — антропогенные природные системы с элементами регулирования и управления. Концепция программированных урожаев предусматривает учет всех природных и экономических сторон их формирования прихода фотосинтетически активной радиации, водного и воздушного режи-

ма почвы и атмосферы, органического и минерального питания растений, оптимального подбора сельскохозяйственных культур и их чередование во времени и пространстве (теория и практика севооборотов), повышение генофонда, совершенствование агротехники, создание внутрихозяйственной устойчивой дорожной сети и т. д.

В 80-е годы получила развитие концепция агроландшафта. Основные ее положения разработаны А. М. Мариничем, В. А. Николаевым, Г. И. Швобсом, В. И. Бураковым, М. И. Лопыревым и др. Основываясь на трактовках агроландшафта В. А. Николаева (1987) и В. И. Буракова (1988), дадим следующее его определение. Агроландшафт (АЛ) — это природно-антропогенная территориальная система, выполняющая ресурсообразующую, средообразующую и природоохранную функции, состоящая из природных, измененных природных комплексов, инженерных сооружений, дорог и сельских населенных пунктов. В своем составе АЛ, как и ГТС, имеет блоки контроля, регулирования, обслуживания и управления. Целостность системы обусловлена энергетическими, вещественными и информационными потоками. Пример модели агроландшафта пахотного типа показан на рис. 2.

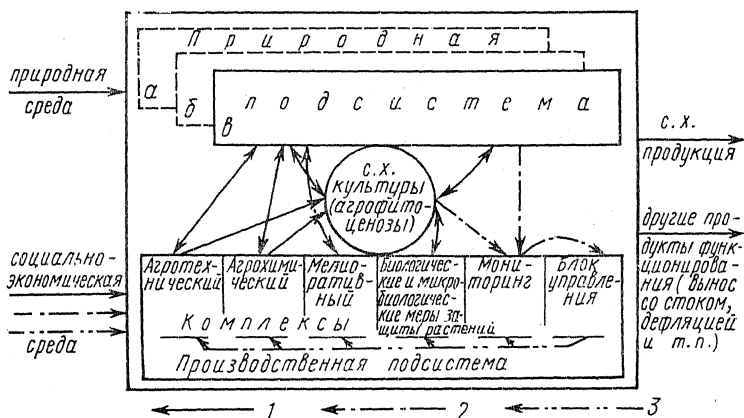


Рис. 2. Схематическая модель агроландшафтной системы пахотного типа (а, б, в — исторические стадии антропогенизации природной подсистемы). Связи: 1 — вещественно-энергетические; 2 — информационные; 3 — управления (Николаев, 1987)

Агроландшафт, состоящий из закономерной совокупности агрофитоценозов, — система управляемая; с ослаблением управления, как правило, возникает возможность ее разрушения. В. А. Николаев подчеркивает, что, согласно закону необходимого разнообразия, «управляющая система тогда успешно может справиться со своей функцией, когда она будет устроена так же разнообразно, как и управляемая. Применительно к

сельскохозяйственным землям это значит, что сельскохозяйственное производство, землеустройство и мелиорация должны быть организованы столь же разнообразно, как и ландшафтная структура местности. В агроландшафтоведении указанный кибернетический закон предстает в виде принципа «природно-сельскохозяйственной адаптивности» (Николаев, 1990, с. 21).

В классификационном и картографическом моделировании В. А. Николаевым предложено различать следующие разномастные иерархии: агроландшафт, агроместность и агроурочище. Среди геотехнических систем мы выделяем одиночные, каскадные (цепочка последовательных ГТС) и ассоциации ГТС, образованные группами взаимосвязанных геотехнических сооружений разного назначения.

Исследователь, выбрав в качестве модели изучения геотехническую систему и агроландшафт, решает задачи структурно-морфологического описания объекта, определения технологии производства и социально-экономических их функций. Модели позволяют рассматривать вещественно-энергетические и производственно-технологические аспекты взаимодействия природы (ПТК) и производства (техники и многообразных следствий ее влияния). Они открывают возможность для осуществления прогноза изменений в природно-территориальных комплексах под влиянием мелиораций и внеэкономической оценки создания мелиоративных систем. Не закрыт путь при выборе ГТС в качестве модели изучения мелиоративных систем и к экономической и социальной оценкам, хотя при экономическом насыщении модели необходимо определить место ГТС в иерархии природно-хозяйственных и социально-экономических систем.

Рассмотрим некоторые подходы ученых к объекту мелиоративной географии.

А. Г. Исаченко (1977) пришел к выводу, что объектом мелиорации является геосистема как целое, а сущность мелиорации состоит в целесообразной перестройке функционирования геосистемы путем воздействия на такие ее звенья, как влагооборот, биогенная составляющая и гравитационные процессы. Нежелательные последствия мелиорации, по мнению автора, являются результатом того, что в качестве ее объекта рассматривается не природный комплекс в целом, а отдельные компоненты.

Считая мелиоративную географию составной частью физической географии, имеющей связь с экологией, сельским хозяйством и мелиорацией, А. М. Алпатов и В. С. Жекулин (1984) указывают, что ее предметом является преобразование природной среды на разных уровнях — от элементарного природного комплекса до культурного ландшафта и урбанизированных систем. Они признают комплексный и вместе с тем интегральный характер, сущность которого состоит не только во всестороннем мелиоративном преобразовании природной среды, но и в прогнозе возможных последствий этих преобразований.

Объектом же изучения мелиоративного ландшафтоведения, по В. Б. Михно (1984), является ландшафтная сфера Земли с позиции мелиорации. Предмет изучения мелиоративного ландшафтоведения — ландшафтные комплексы, ландшафтно-мелиоративные системы и приемы мелиорации ландшафтных комплексов. В связи с этим небезынтересно мнение А. М. Алпатьева, которое реально отражает суть мелиоративной географии. Он указывает, что отдельные исследователи за эталон мелиоративных преобразований предлагают принять урочище и группы фаций. Сам же ландшафт как основной таксон районирования исчезает, когда речь заходит о практическом осуществлении преобразований.

В этом аспекте стык мелиоративной географии с ландшафтоведением не реализуется, что закономерно, так как мелиоративная география является самостоятельной наукой, а не прикладным ландшафтоведением. Общность между ними состоит в комплексном подходе к географическому изучению процессов и явлений.

Ландшафт, по мнению А. М. Алпатьева и В. С. Жекулина (1984), не всегда может быть объектом мелиоративных преобразований вследствие того, что границы его часто континуальны, и он не характеризуется функциональной целостностью. В такой системе изучать динамику вещественно-энергетических балансов, а тем более управлять ею, практически невозможно. Для управления необходимы полузамкнутые системы, тип которых наиболее часто и полно бывает представлен территориально не в пределах ландшафта, а речных и озерных водосборных бассейнов разного ранга. Эта черта полузамкнутости обычно бывает выражена на малых бассейнах рек и озер. Иногда границы ландшафтов могут совпадать с границами речных и озерных водосборов, в этих случаях нетрудно в натуре изучать и проектировать вещественно-энергетические балансы, беря за основу ПТК на уровне ландшафта. Но это далеко не типично. Чаще подходящими объектами для изучения и проектирования планируемой динамики вещественно-энергетических балансов будут водосборные бассейны, в пределах которых легко организовать необходимый контроль наблюдений за объектом и полевые эксперименты. Моделирование малой водосборной системы встречает меньше затруднений, так как легче обосновать входы и выходы составляющих компонентов.

Природно-мелиоративные системы имеют целевое хозяйственное назначение, поэтому изучение их функционирования возможно только при подключении еще двух блоков — хозяйственного и управленческого, или социально-экономического.

При формировании и развитии в МГС социально-экономического блока, включающего элементы транспорта, экономики, культуры, рекреации, мелиоративная геотехническая система превращается в интегральные мелиоративно-географические комплексы (МГК), не имеющие часто четких и постоянных гра-

ниц. Это, прежде всего, системы управления, где информационные потоки выступают главными системообразователями.

Границы МГК определяются сферой проявления прямых и обратных связей между производственными, природными и социально-экономическими блоками. В зависимости от типа мелиоративных систем образуются МГК водных, земельных, растительных, климатических и химических мелиораций. Подробно инженерно-технические блоки (подсистемы) будут рассмотрены при обзоре основных типов мелиораций.

Организация оптимальных взаимоотношений между инженерно-техническим, социально-экономическим и природным блоками составляет суть управления МГС. Воздействие мелиоративных систем на ПТК происходит по двум направлениям — регулирование естественных процессов и рациональная (мелиоративно-географическая) организация территории, — которые, согласно А. Г. Исаченко (1976), являются основными направлениями формирования культурного ландшафта. Следовательно, МГС — контролируемая (эпизодически или регулярно) система, степень управления которой зависит от уровня научно-технического прогресса. Однако степень преобразования природных комплексов в пределах МГС не одинакова и зависит от множества антропогенных и природных факторов.

МГС не является окончательно сформировавшейся, а представляет собой переменное состояние природных комплексов, находящихся в зоне влияния мелиоративных систем. Процесс их формирования начинается с момента проведения мелиораций, завершением же условно можно считать время достижения проективных показателей продуктивности мелиоративных объектов, так как с этого периода параметры МГС приобретают относительную стабильность за счет управления потоками вещества и энергии.

1.2. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ МЕЛИОРАТИВНОЙ ГЕОГРАФИИ

Методологические принципы МГ разрабатывались географами, почвоведом и гидротехниками не одного поколения — В. В. Докучаевым, А. И. Воейковым, В. Р. Вильямсом, А. Н. Костяковым, Д. Л. Арманом, В. А. Ковдой, А. М. Шульгиным, И. П. Айдаровым, Б. С. Масловым, Ю. Н. Никольским, В. В. Шабановым и др. Они, как было показано выше, опирались на концепции геотехнической системы, программированных урожаев и агроландшафта. Важнейшим общегеографическим принципом, на котором базируются все прикладные направления современной географии, в том числе и мелиоративной, является **принцип комплексности**. Он применяется в решении задач разных уровней — от локального до глобального. Его сущность, как минимум, проявляется тройко: это применение комплекса методов и способов мелиорации, учет ландшафтной (геосистемной) организации природной среды и рассмотрение комплекса

причинно-следственных связей, от гидрологических до социальных и психологических аспектов.

Общепризнанным в прикладной географии выступает принцип экономической эффективности. Однако, как показали исследования, этот принцип (как и другие общегеографические) может быть реализован только на фоне таких, как региональный, экологический и историко-генетический.

Региональный принцип основывается на том, что мелиоративно-географические системы имеют региональную размерность, характеризуются генетическим единством, территориальной целостностью и индивидуальной структурой. Путем объединения мелиораций и других форм и средств природопользования достигается создание единых целевых геотехнических систем регионального уровня, о чем в свое время писал В. В. Докучаев: «Основные направления сельского хозяйства, а также цели и задачи опытных полей и агрономических школ будут создаваться как строго зональные» (1948, с. 42). В решении проблем мелиорации региональный принцип реализуется через мелиоративно-географическое районирование. Он не отрицает типологического подхода в мелиоративно-географических исследованиях, так как наряду с региональными особенностями ПТК изучаются и внутризональные их характеристики. Регион, как правило, имеет сложную неоднородную структуру ПТК, имеющих общую природу образования, но не образующих сплошных ареалов. Однотипные природные комплексы, формирующиеся под воздействием разных региональных факторов, приобретают индивидуальные черты. Такие природные комплексы, несмотря на региональную приуроченность, требуют разных способов мелиораций. Они также учитываются при выделении таксономических единиц мелиоративно-географического районирования. Внутривнутрирегиональная дифференциация видов мелиоративной неустроенности территории и факторов, ее определяющих, отчетливо видна на примере территории Белоруссии. Например, заболоченность как вид мелиоративной неустроенности здесь может определяться множеством факторов (климатических, почвенных, геоморфологических и др.). Их разнообразие, несмотря на общую региональную приуроченность ПТК, вызывает формирование индивидуальных мелиоративно-географических черт этих комплексов.

Экологический принцип мелиоративной географии опирается на работы Л. С. Берга, В. Н. Сукачева, В. Б. Сочавы и Л. Г. Раменского, которые доказали применимость докучаевских подходов к изучению, улучшению и использованию природных условий и ресурсов. Особое значение для мелиоративной географии имеют разработки по экологии земель как учения о природных факторах землепользования, прямым образом связанного с обоснованием мелиораций, охраной природных ресурсов и повышением продуктивности ландшафтов.

На основе теории и практики экологии земель сформирова-

лись агроэкологические направления исследований природных ресурсов (Л. Г. Раменский, 1938; Г. И. Швобс, 1977; Г. П. Дубинский, В. И. Бураков, 1985; и др.). Соблюдение геоэкологических принципов при проведении мелиораций способствует успешному решению задач по сохранению и разумному использованию не только биологических, но и других ресурсов (водных, минеральных), состояние которых зависит от биологических компонентов.

Ландшафтно-экологический подход обязателен также при изучении последствий мелиоративного изменения структуры и основных свойств природных комплексов, так как они определяются не только технической составляющей, но и способностью самих ПТК сохранять первоначальную структуру. Техническая составляющая проектируется и является управляемой, природная выражается через устойчивость и саморегуляцию геосистемы.

Наибольшей устойчивостью и саморегуляцией характеризуются природные комплексы, формирующиеся в условиях оптимального соотношения тепла и влаги. Управляя этим соотношением, создается оптимальный режим функционирования ПТК, с высокой степенью их саморегуляции, сохранением структурной организации и наибольшей продуктивностью. Несоблюдение ландшафтно-экологических принципов приводит к тому, что мелиорация не способствует сохранению и развитию свойств саморегуляции и устойчивости ПТК, а создает условия для максимальной их эксплуатации и ведет к деградации природы и необходимости дополнительных затрат на ее восстановление.

Степень допустимости воздействия на ПТК с учетом их устойчивости — важнейший вопрос теории мелиоративной географии и ландшафтоведения. Понимая устойчивость ПТК как их способность сохранять свои структурные и функциональные свойства при внешних воздействиях и как интервал времени для возвращения системы в исходное состояние, в аспекте мелиорации, в качестве самых общих критериев устойчивости ПТК используются: мера допустимого изъятия вещества и энергии, мера предельного загрязнения, мера техногенного насыщения и мера эквивалентного возраста вещества и энергии (Алпатьев, 1983).

Историко-генетический принцип вытекает из тесной взаимосвязи географии и истории. Так, физическая география связана с историей развития природы, социально-экономическая — с историей общества и т. д. Мелиоративная география, являясь частью прикладной географии, развивалась под влиянием отношений между географией, техническими науками и проектным делом, имеющим исторический аспект (Преображенский, 1976, 1978).

Исторический принцип в мелиоративной географии реализуется в двух направлениях: во-первых, использование опыта развития мелиораций и творческое применение мелиоративно-геог-

рафических концепций, являющихся историческими вехами формирования этого научного направления; во-вторых, учет возраста объектов мелиоративно-географических исследований.

Мелиоративно-географические концепции, на разных этапах развития общества в условиях большого пространственного разнообразия природных факторов, отражают не только пути совершенствования приемов и технических средств мелиоративного воздействия на природные комплексы, но и историю развития общества.

Формирование мелиоративно-географических систем идет путем превращения геосистем разного генезиса, структуры и возраста в пространственно-временные природно-технические системы. Этот процесс представляет последовательный ряд направленных изменений и состояний геосистем и во многом определяется их возрастом. Возраст геосистемы — это продолжительность ее существования в эволюционном ряду в качестве определенной структурно-динамического типа (Сочава, 1978). Он определяется сроком, в течение которого взаимоотношения между ее компонентами продолжают оставаться подобными. Основным методом его изучения является диахронический анализ историко-ландшафтных срезов (Жекулин, 1982), который позволяет выделить основные периоды в изменении природных комплексов за историческое время. «Восстановление полной истории антропогенных трансформаций имеет большое значение для познания современного ландшафта, так как многие черты его несут на себе печать прошлого в форме остаточных («реликтовых») элементов» (Милюков, 1977, с. 25). При характеристике возраста геосистемы все подходы имеют не чисто историческое, а историко-генетическое направление.

Постоянная актуальность исторического принципа в мелиоративной географии подчеркивается еще и тем, что оценка природной среды и ее компонентов исторична, поскольку, как указывает А. Г. Исаченко, с развитием общественных потребностей и техники изменяется роль различных природных ресурсов и отношение общества к ним.

Общая характеристика системы методов мелиоративной географии. Применяемые в настоящее время в мелиоративной географии методы можно сгруппировать в зависимости от разных критериев. По поставленным целям: оценочные, аналитические, районирование и прогнозирование; по средствам, используемым для получения информации: картографические, индикационные, геохимические и геофизические; по характеру проводимых наблюдений; стационарные, полустационарные и дистанционные; по уровню в системе познания: эмпирические и теоретические; по приемам обработки информации: балансовые, статистические и системные; по характеру предмета исследования: физико-географические, ландшафтные, агроэкологические, ресурсные (рис. 3). В 70—80-е годы успешно развивались экспериментальные методы (Дубинский, Риман, Шульгин, 1988; Шкалик, Пашканг, 1977; и др.).

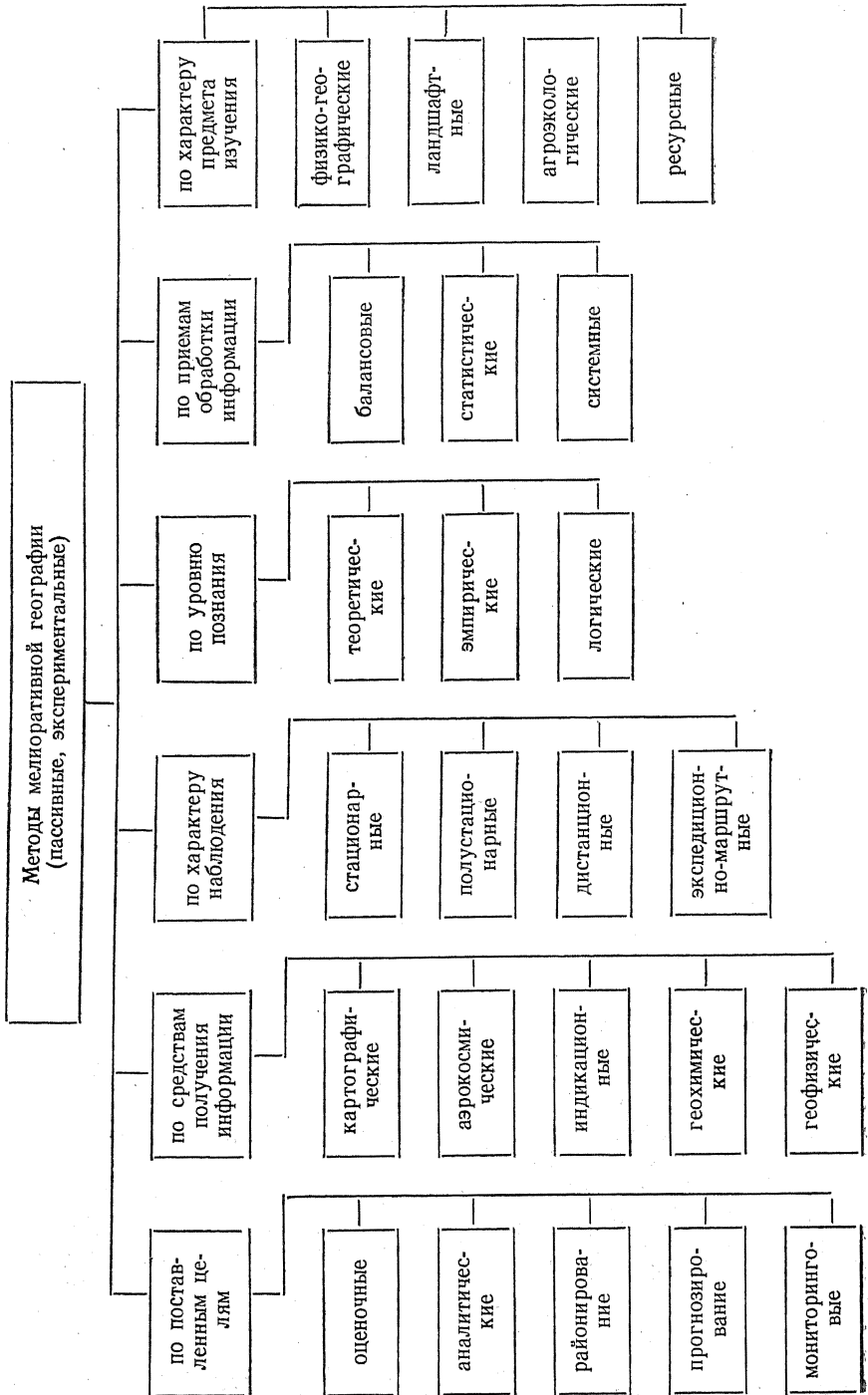


Рис. 3. Группировка методов мелиоративной географии

Многолетний опыт географических исследований для целей мелиорации показал, что их методы должны иметь свою специфику и среди них «следует особо выделить группу мелиоративных оценок, куда войдут все виды оценок, рассчитанные на использование в работах по улучшению природной среды» (Исаченко, 1980, с. 204—205).

Следует различать мелиоративно-географические характеристики и оценки. Характеристики включают анализ причин, особенности формирования, территориального распределения и степени выраженности мелиоративной неустроенности природных комплексов. Используется весь арсенал методов покомпонентного и комплексного физико-географического описания территории. Физико-географическая характеристика мелиоративного состояния территории в разрезе ПТК, агроэкосистем, мелиоративно-географических систем, земельных угодий и других нашла отражение в работах А. М. Алпатьева (1983); Г. В. Добровольского и др. (1981); К. В. Зворыкина (1976); Г. П. Дубинского, В. И. Буракова (1985); П. П. Кучерявого (1984); А. М. Шульгина (1984); С. Г. Покровского (1993); и др. Разработано два взаимодополняющих подхода к мелиоративной характеристике территории: комплексный (ландшафтный) и компонентный.

Геоморфологические условия характеризуются типами и формами рельефа, густотой и глубиной его расчленения, абсолютными и относительными высотами, линиями стока, современными геоморфологическими процессами как факторами рельефообразования.

Оценка гидрогеологических показателей ведется в разрезе глубины залегания водоупоров, литологического и механического состава, уровневого режима грунтовых вод, их зон выхода на поверхность, свободной глубины естественного дренажа, а также возможности использования грунтовых и дренажных вод. Обобщенными характеристиками гидрогеологических условий выступают типы гидрогеологических профилей, по Б. С. Маслову; их всего 16. Им соответствуют инженерные гидродинамические схемы режима грунтовых вод (Аверьянов, Маслов и др., 1980).

Гидрографическая характеристика включает данные по средневзвешенному гидравлическому уклону, канализованности и озерности водосборов, по водобалансовым показателям бассейнов малых рек и озер, качеству поверхностных и грунтовых вод. Характеристика почвенного покрова направлена на определение свойств почв и их состояния, включая показатель неоднородности почвенного покрова. Для аридных областей важнейшее значение имеют характеристики засоленности почв.

Биоклиматические (агроклиматические) факторы характеризуются стандартными показателями: суммами активных температур воздуха за период со средними суточными температурами воздуха выше 10 °С, продолжительностью безморозного

периода, числом дней с осадками определенной интенсивности, числом часов солнечного сияния и др.

Далее разрабатывается физико-географический и ландшафтный прогноз влияния мелиорации на природно-территориальные комплексы мелиорируемых и прилегающих территорий (см. гл. IX).

Наконец, дается оценка воздействия мелиораций на окружающую природную среду (ландшафты) — ОВОС — обязательный элемент проектирования и изыскательских работ при осуществлении любой формы хозяйственной деятельности. Оценка всегда предполагает соотнесение установленных каких-либо изменений с нормативным состоянием населения и хозяйства, с нормативным или инвариантным для данного ландшафта состоянием ПТК. ОВОС — документ в мировой практике, предъявляемый предпринимателем (проектной организацией, ведомством, министерством) в органы управления охраны природы как гарантия экологически допустимого уровня воздействия на ландшафты, который не будет превышен в ходе эксплуатации объекта. Ключевым моментом является выбор критериев оценок. В настоящее время предложено несколько подходов и систем оценивания: экологическое, экономическое и социальное (В. С. Преображенский, Т. Г. Рунова, К. Н. Дьяконов, В. А. Красилов, К. В. Зворыкин, Т. В. Звонкова, Ю. П. Селиверстов, С. А. Ракита и др.). Ввиду важности методических и практических вопросов оценивания они будут специально рассмотрены в гл. IX.

Пространственно-временной анализ географических факторов, определяющих мелиоративное состояние ПТК и мероприятий, необходимых для создания благоприятных условий для хозяйственного использования территории при минимизации негативных экологических последствий, является основой мелиоративно-географического районирования. Оно заключается в разделении территории на участки посредством группировки природно-территориальных комплексов, обладающих сходством характера и степени мелиоративной неустроенности. Методика включает выбор системы признаков районирования, классификацию признаков по мелиоративно-географическим характеристикам, выделение районов и проверку обоснованности районирования. Первые методические обоснования деления территории для мелиоративных целей имеются в трудах А. Г. Дояренко, А. Н. Костякова, Г. И. Танфильева и Ф. П. Саваренского. В 70—80-е годы комплексное и отраслевое природно-мелиоративное районирование получило развитие в трудах В. С. Аношко, В. Г. Гриневецкого, А. Г. Емельянова, В. К. Жучковой, Б. С. Маслова, Е. П. Панова, А. Е. Михайловой, П. Г. Шищенко и А. М. Шульгина.

Территориальной единицей, характеризующейся одинаковым состоянием показателей — признаков районирования, является элементарный природно-мелиоративный объект (ЭПМО).

ЭПМО — территориально целостный участок суши, дальнейшее деление которого не имеет мелиоративно-географического смысла. Это мелиоративно-географическая система самого низкого ранга.

Метод мелиоративно-географического мониторинга как части геоэкологического мониторинга природной среды используется для своевременного оперативного предупреждения в первую очередь нежелательных последствий мелиораций. Важнейшим его принципом является организация параллельных исследований на мелиорированных и немелиорированных объектах с достаточно длинным рядом наблюдений (Израэль и др., 1978; Ковда, Керженцев, 1978; и др.). Мониторинговые исследования включают несколько этапов. На первом (2—3 года) выбирают объекты и организуют мелиоративно-географические стационары; на втором — ведут исследования по разработанным программам и методике; на третьем — обобщают полученный материал и разрабатывают практические рекомендации. Исследования, организуемые для целей мелиоративно-географического мониторинга, проводятся на стационарах, размещенных оптимально как с точки зрения дифференциации природной среды, так и степени антропогенной измененности ПТК. С этой целью выбираются тестовые территориальные объекты, типичные для данного района. Опыт показывает, что число мониторинговых станций (стационаров) в основном должно соответствовать числу родов ландшафтов. Программа исследования включает тепло- и водобалансовые наблюдения, режимные и гидрохимические исследования поверхностных, почвенно-грунтовых и дренажных вод, агрохимический анализ почв, балансовые наблюдения за органическим и минеральным веществами и др. (Аношко, 1983; Шищенко и др., 1983). Продолжительность наблюдений на стационаре для определения общих закономерностей трансформации ПТК составляет 6—10 лет, для построения математических моделей с целью прогнозирования последствий мелиораций — не менее 15—20 лет.

Мелиоративно-географическое прогнозирование — система мероприятий по формированию научно обоснованного суждения об изменениях природных комплексов в зоне влияния мелиоративных сооружений на заданный период времени. Наряду с известными методами географического прогнозирования разработаны принципы и методы решения разномасштабных задач мелиоративно-географического прогнозирования (Аношко, Трофимов, Широков, 1984; Аношко, 1984).

Для оценки изменений, происходящих в геосистемах, применяются методы географических аналогий и ландшафтно-генетических рядов (Дьяконов, 1984; Симонов, 1972; Макунина, 1985; Емельянов, 1982; и др.). Сущность метода географических аналогий заключается в том, что закономерности протекания процессов, отмеченные в условиях одного природного комплекса (аналога), с определенными поправками переносятся на дру-

гой, находящийся в идентичных условиях с первым. Мера аналогичности двух объектов может быть определена по формуле:
$$= \frac{A - \Delta P}{A}$$
, где K — мера сходства, A — максимальная существующая амплитуда фактора в пределах всей территории, ΔP — различия того же фактора в сравниваемых пунктах. Для выбранного объекта аналога составляется сводная таблица свойств природных комплексов.

Метод ландшафтно-генетических рядов основан на принципе эргодичности и состоит в использовании для прогнозирования рядов сопряженных комплексов, смены которых в пространстве воспроизводят последовательность их эволюции во времени. Наиболее эффективные результаты этот метод дает при проведении исследований в пределах одного водосбора малых или средних рек, а также в пределах одного вида или рода ландшафтов.

Для решения крупномасштабных задач мелиоративно-географического прогнозирования предложен метод имитационного моделирования (Аношко, Вальвачев, 1988). Его особенностью является использование не одной, отдельно взятой модели, а совокупности взаимосвязанных моделей, отражающих основные закономерности реакции природных комплексов на мелиоративное воздействие. Цель моделирования достигается поэтапно, а результатом является интерактивная система моделей, имитирующая поведение природного комплекса при разных видах и объемах внешних воздействий. Информационную основу моделирования составляет база данных представляющего собой информационную модель объекта, функционирование которой обеспечивается системой управления типа СЕДАН или ИМЕС (Моисеев, 1979; Самарский, 1979; и др.).

1.3. ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАТИВНОЙ ГЕОГРАФИИ

Потребность в применении простейших приемов изменения окружающей природной среды появилась у человека со времени зарождения цивилизации, т. е. задолго до формирования понятия о естественно-историческом единстве природы. Однако воздействие на природу длительное время оставалось на уровне тесного взаимодействия человека и окружающей среды. Постепенно этот процесс переходит в стадию расчленения и противопоставления человека природе, и находит каждый раз относительное (в рамках данного цикла) завершение в установлении их единства (Кедров, 1971).

Данные археологических, исторических и палеогеографических исследований показывают, что орошение и дренаж применялись на территории Туркмении, Узбекистана и Армении в IV—II тысячелетиях до н. э. В низовьях Сырдарьи и Амударьи с VIII—VII вв. до н. э. использовались орошаемые земли под посевы различных культур.

Археологические исследования на территории Новгорода, Москвы, Пскова и других древних городов России свидетельствуют об умении русских осушать переувлажненные земли за 500—800 лет до настоящего времени. И все же в России до начала XVIII в. мелиоративные работы в виде осушения или орошения не нашли широкого практического применения и проводились главным образом на землях, принадлежавших монастырям, боярам и на городских землях. Мелиорация длительное время была плодом практической деятельности людей, их опыта, передававшегося от поколения к поколению, а не достижением научной мысли.

Существенный сдвиг произошел в петровско-ломоносовскую эпоху, которую можно считать началом организованного осушения земель для градостроительства, лесного и сельского хозяйства. Показательно в этом отношении строительство Петербурга, когда с целью подготовки территории под застройку за 27 лет было осушено около 1500 га земель. Потребность в осуществлении мелиоративных мероприятий по защите города от наводнений, обусловленная непродуманным до конца по экологическим критериям выбором строительной площадки Петербурга, острается до сих пор, о чем свидетельствует проблематическое строительство Ленинградской дамбы.

Человеческая деятельность того времени была направлена не только на решение практических задач, но и на теоретическое обоснование отдельных процессов и явлений с целью поиска генетических связей между ними и способов воздействия на них. Прежде всего отметим работы В. Н. Татищева «Краткие экономические до деревни следующие записки» (1724) и М. В. Ломоносова «Лифляндская экономия», в которой впервые подняты вопросы о происхождении торфов, их генетической связи с углями, а также о методах осушения болот России.

В начале XIX в. появляются работы о методах и способах мелиораций (В. Левшин, Г. Энгельман, М. Павлов). Наряду с открытым способом осушения начали применять закрытый дренаж, способы которого разрабатывал профессор-агроном Московского университета М. Г. Павлов. В качестве дренажа он рекомендовал использовать деревянные, кирпичные и черепичные трубы, а также щели в почве, заполненные легкорастворимым материалом (песком, хворостом и др.).

Осушительные работы в районах с разными физико-географическими условиями вызвали необходимость начать исследование по влиянию осушения на отдельные компоненты ландшафта. Н. И. Железнов в первой половине XIX в. начал исследования по влиянию дренажа на водный и тепловой режимы почв. За внедрение гончарного дренажа и изучение его влияния на почвы Н. И. Железнов был награжден золотой медалью Вольного экономического общества.

На территории Полесья в XIX в. земледельцы широко прак-

тиковали прокладку лесосплавных каналов, которые обеспечивали доступ к лесам на песчаных почвах, и осушали прилегающие болота. Уже в середине XIX в. Полесье было перерезано каналами во всех направлениях, что способствовало хищническому истреблению лесов. Осушение проводилось без предварительных изысканий и теоретических разработок. Появились первые геоэкологические проблемы (иссушение, падение биологической продуктивности лесов, дефляция и т. д.).

В XVIII и XIX вв. мелиорация рассматривалась как средство международной торговли и других связей. Не случайно во второй половине XVIII в. правительство Речи Посполитой, заинтересованное в торговле со странами Средиземноморья и Западной Европы, приступило к строительству двух каналов — Королевского (Днепровско-Брагинского) и Огинского, которые предназначались в основном для сплава леса и транспортных целей.

Расширение масштабов мелиоративных работ послужило причиной детальных экспедиционных исследований с целью создания проектов мелиорации крупных регионов. Во второй половине XIX в. в России были организованы три крупные экспедиции: Западная (под руководством И. И. Жилинского), Северная (под руководством И. К. Августиновича) и экспедиция по изучению способов ведения хозяйства в степной зоне (под руководством В. В. Докучаева). Комплексность как систему взглядов мелиоративно-географического характера можно проследить на примере работы Западной экспедиции по осушению болот. Основная идея Генерального плана экспедиции — устранить причины, вызывающие образование болот, и достигнуть возможно более равномерного и правильного водообращения на территории Полесья. Каналы должны были строиться таким образом, «...чтобы не только открыть водовыход из поверхности котловин и дать им правильное распределение, но и получить возможность управлять ими... чтобы можно было предупредить дальнейшее их понижение и тем избежать излишнего иссушения почвы» (Жилинский, 1892).

Западная экспедиция, кроме осушения болот, положила начало комплексному изучению природных условий Полесья. На необходимость такого изучения в целях научного обоснования мелиорации переувлажненных земель указывал в 1884 г. В. В. Докучаев в своей знаменитой работе «По вопросу об осушении болот вообще и в частности об осушении Полесья».

В 1911 г. впервые был поднят вопрос об орошении осушенных земель, на которых резко снизилась урожайность сенокосных угодий, обращено внимание на образование подвижных песков вблизи осушенных земель. В 1913 г. В. С. Дотуровский, проследив исчезновение травянистой растительности на значительном удалении от каналов, признал целесообразным орошение осушенных болот Полесья.

Обобщая работы в области мелиорации территории России

на начало XX в., когда было осушено 2,5 млн га и орошалось 3,8 млн га, А. Н. Костяков (1960) делает вывод, что русские ученые установили важнейшие принципы: мелиорация — не изолированное дело, а часть общих мероприятий по изменению природных условий в соответствии с требованиями производства; мелиоративные мероприятия должны проводиться с учетом не только экономических и агрономических требований, но и природных условий. Основная заслуга в научном обосновании необходимости взаимосвязи географических, мелиоративных и сельскохозяйственных наук принадлежит нашим выдающимся соотечественникам: В. В. Докучаеву, А. И. Воейкову, Г. Ф. Морозову, Г. Н. Высоцкому, В. Н. Сукачеву и др.

В. В. Докучаев (1949) доказал, что мелиорация должна быть направлена не только на смягчение неблагоприятных природных условий, но и на обогащение природы, а мелиоративные мероприятия «должны быть цельны, строго систематичны и последовательны (т. 6, с. 98).

В. В. Докучаев дал анализ причин засух и разработал план преобразования природы и путей развития сельского хозяйства Черноземной полосы для получения высоких и устойчивых урожаев. В плане предусматривалось создание системы полевых защитных полос, регулирование водного режима рек, укрепление оврагов, использование местного стока для орошения путем создания прудов и водохранилищ, облесение песков и других неудобных для сельского хозяйства земель, снегозадержание и регулирование стока талых и дождевых вод, выработка норм относительных площадей пашни, лугов, леса и вод, определение приемов обработки почв, борьба с эрозией и другие мероприятия.

По инициативе В. В. Докучаева были заложены системы лесных полос: 1) каменностепной (на водоразделе Волги и Дона); 2) великоанадольской (Северского Донца и Днепра); 3) старобельской (на водоразделе Дона и Северского Донца). Без преувеличения можно сказать, что работы В. В. Докучаева заложили основу мелиоративной географической науки в России.

Другим основоположником мелиоративной географической науки является выдающийся климатолог и географ А. И. Воейков. В конце XIX в. им обоснована целесообразность оросительных работ в Средней Азии, осушительных — в Полесье и других областях. В работе «Земельные улучшения и их соотношения с климатом и другими естественными условиями» (1910) он представил картину земельных улучшений сельскохозяйственных угодий в разных регионах страны. По его мнению, «земельные улучшения» — понятие, включающее лесное и водное хозяйства, растительность, почвы и климат. Земельные улучшения состоят в упорядочении в каждом определенном месте воды и растительности и подготовке почвы для рациональной хозяйственной деятельности.

А. И. Воейков разработал теорию мелиорации климата, под-

черкнув значение подстилающей поверхности. Он впервые указал на важную роль снежного покрова в формировании климата почв. Классическая работа «Снежный покров, его влияние на почву, климат и погоду и способы исследования» (1889) заложила основы снеговедения и снежных мелиораций.

Г. Ф. Морозов (1970), относя мелиорацию к прикладной географии, считал, что вся мелиорация, во всех совокупностях и во всех частностях есть деятельная география, направленная не только на познание, но и на решение задач, стоящих перед человечеством, а специалистов-мелиораторов необходимо готовить на отделениях прикладной географии географических факультетов.

Новый этап мелиорации связан с планом ГОЭЛРО. В нем имелся специальный раздел «Мелиорация и электрификация по работам сотрудников ГОЭЛРО проф. А. Дмитриева и А. Костякова». В разделе записано: «Громадное государственное значение осушения заболоченных земель, лугов и болот в северной, центральной и западных частях России и орошения земель в Южной и Юго-Восточной России — но повсюду главным образом в целях превращения их в специальные кормовые площади — вытекает прежде всего из той громадной площади земель, которая, таким образом, может быть брошена в сельскохозяйственный культурный оборот...» (План электрификации РСФСР, М., 1955, с. 120).

В середине текущего века наблюдается дифференциация в развитии отдельных направлений мелиоративной науки. Земельные мелиорации и почвенно-мелиоративные исследования получили развитие в трудах В. А. Ковды, А. Б. Бараева, М. Н. Заславского, А. Н. Каштанова, В. В. Егорова, Н. Г. Мишашиной, Н. Ф. Глазовского.

Благодаря работам А. Н. Костякова, А. М. Алпатьева, Ф. С. Аверьянова, Б. С. Маслова, В. С. Мезенцева, В. Ф. Шебеко, А. Г. Булавко, С. Г. Скоропанова, В. В. Шабанова получило развитие направление, изучающее обоснование и способы водных мелиораций. В отдельную отрасль науки оформилась мелиоративная гидрогеология (Д. М. Кац, Б. С. Маслов, В. М. Шестаков и др.).

Теоретическим и практическим разработкам вопросов мелиорации климата посвящены труды М. И. Будыко, П. И. Колоскова, А. М. Шульгина, В. Н. Адаменко и др.

Обстоятельные исследования по фитомелиорации принадлежат последователям В. В. Докучаева, Г. Н. Высоцкого и Г. Ф. Морозова — А. В. Альбенскому, Д. Л. Арманду, Ю. П. Бялловичу, В. Р. Вильямсу, А. С. Козьменко, Л. Г. Раменскому, И. В. Ларину, Е. Д. Сабо и др.

1966—1985 гг. — эпоха развития широкомасштабных водных мелиораций. Мелиорация становится частью государственной политики социального и экономического развития страны, получает приоритетное финансирование. Достоинство этого эта-

па — расширение в СССР площади эксплуатируемых орошаемых земель примерно до 20 млн га, осушенных — до 15 млн га и как следствие — получение гарантированных урожаев зерновых (риса), хлопчатника, овощей и кормов; решение для ряда регионов нашей страны социальных проблем (Голодная и Каршинская степь, Полесье и т. д.). Вместе с тем этап характеризуется серьезными недостатками, ошибками и просчетами стратегического характера, главные из которых — государственный и ведомственный монополизм в распределении финансирования. Минводхоз заказывал, проектировал, строил и сдавал объекты мелиорации, причем план определялся объемом капитальных вложений. Исключительное развитие получили водные мелиорации в ущерб агролесо-, земельным, климатическим мелиорациям. Качество строительства было низким. Преобладала тенденция создания гигантских полей. Вплоть до начала 80-х годов эколого-географического обоснования проектов мелиорации практически не было. Не проводилась их экологическая экспертиза.

Итак, несмотря на общность стратегических задач и проблематики географии и мелиорации, о чем можно судить по работам Д. Л. Арманда, А. М. Алпатьева, В. А. Ковды, В. Н. Кунина и других, уже в 50-е годы стала отчетливо прослеживаться автономность развития мелиорации (гидромелиорации) и географии. Ответной реакцией на создавшееся положение было возникновение мелиоративной географии. Она получила широкое развитие в Московском, Белорусском, Воронежском, Саратовском, Киевском, Харьковском, Пермском, Одесском, Тверском и других университетах (А. М. Шульгин, В. С. Аношко, В. С. Жекулин, Г. П. Дубинский, К. Н. Дьяконов, А. Г. Емельянов, В. Б. Михно, П. Г. Шищенко, Г. И. Швец, Б. А. Чазов и др.).

Развитие мелиоративной географии тесно связано с Русским географическим обществом. При его Президиуме функционирует Комитет по мелиоративной географии, осуществляющий координацию научно-исследовательских работ в этой области. Под эгидой Русского географического общества было проведено восемь всесоюзных совещаний и более десяти региональных конференций по мелиоративной географии. Одно из важнейших сквозных направлений всех совещаний — анализ программ, методов и результатов природно-мелиоративного мониторинга.

Таким образом, в результате интеграции идей и теорий географов докучаевской школы сформировались основы мелиоративной географии. В настоящее время мелиоративно-географические исследования включают анализ-синтез не только природных явлений и процессов, но и экономических, социальных, технических и других, что предполагает необходимость углубленного изучения проблем, возникающих на стыке естественных, технических и общественных наук.

1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕЛИОРАЦИИ

По отношению к отраслям народного хозяйства и выполняемым задачам выделяют следующие мелиорации: 1) сельскохозяйственные, 2) для лесного хозяйства, 3) водохозяйственные, 4) для энергетики, 5) для нужд рекреации, 6) строительства, 7) транспорта, 8) многоцелевые. Наибольшее распространение имеют сельскохозяйственные мелиорации, которые мы назвали бы приоритетно-комплексными, т. е. осуществляющими преобразования совокупности неблагоприятных свойств ландшафтов для целей сельского хозяйства с побочным решением других социально-экономических и экологических задач.

Вопросам классификации мелиораций много внимания уделяли А. Н. Костяков, А. М. Шульгин, В. Т. Гриневецкий, П. Г. Шищенко, В. Б. Михно и др. В обобщенном виде классификация мелиораций приведена в табл. 1. *Типы* мелиорации выделены по прямому воздействию на ведущие свойства (компоненты) природных комплексов (водные, литотропные или земельные, фитотропные или растительные, климатические и т. д.); *подтипы* — по характеру избирательного воздействия на ведущие свойства природных комплексов (например, в типе водных — оросительные, обводнительные, осушительные, паводково-регулирующие, осушительно-увлажнительные); *виды* — по конкретному воздействию на процессы и свойства отдельных компонентов или природных комплексов.

Виды мелиораций характеризуются признаками, которые определяют единство методов проведения преобразовательных мероприятий. Например, оросительные мелиорации по видам делятся на увлажнительные, удобрительные, теплотельные, почвоочистные и дезинфицирующие.

Разновидности мелиорации, выделяемые внутри вида, определяются способами проведения мелиоративных мероприятий в зависимости от местных условий каждого конкретного объекта. Так, осушение болот делится на разновидности: осушение открытыми каналами, закрытым дренажем, глубокими каналами, вертикальным дренажем, польдерное осушение, кольматаж и т. д.

Безусловно, приведенная в табл. 1 классификация мелиораций не может быть универсальной для всех случаев и всех территорий. Однако принцип классификации должен быть единым, что позволяет выработать общую основу мелиоративно-географических исследований и достичь сопоставимости полученных результатов.

На основании результатов мелиоративно-географического анализа почвенно-климатического потенциала и агроклиматических ресурсов территории СССР определены зонально-региональные особенности размещения и приоритеты типов и подтипов мелиораций (Аношко, 1987). Они свидетельствуют о необходимости строгой дифференциации по природным зонам не

Таблица 1

Классификация мелиораций

Типы	Подтипы	Виды
1	2	3
Водные	осушительные	осушение болот осушение заболоченных и переувлажненных земель
	паводково-регулирующие	борьба с затоплением и паводками борьба с подтоплением
	оросительные	ликвидация поверхностного застоя вания атмосферных осадков увлажнительное орошение удобрительное орошение отеплительное орошение почвоочистное орошение дезинфицирующее орошение
	осушительно-увлажнительные	регулирование водно-воздушного режима почв орошение осушенных земель поль- дерное осушение
	обводнительные	обводнение безводных территорий обводнение маловодных территорий
Литотропные (земельные)	почвозащитные	борьба с плоскостной эрозией борьба с овражной эрозией борьба с дефляцией почв борьба с суффозией почв
	почвореконструктивные	создание почвенного покрова оптимизация фундаментальных свойств и состава почв (пескование, глинование, торфование) увеличение мощности перегнойного горизонта
	культуртехнические	планировка поверхности землеочистка землеустройство
	грунтореконструктивные (инженерно-геологиче- ские) рекультивационные	противомерзлотные противокарстовые противооползневые рекультивация карьеров рекультивация отвалов горных пород рекультивация золоотвалов рекультивация разрушений природ- ной стихии (паводков, ураганов и т. д.)
Фитотропные (растительные)	фитоконструктивные	создание лесополос сплошное лесонасаждение фитонцидные (курортные) насажде- ния
	ландшафтно-защитные	водоохранные ветрорегулирование снегорегулирование берегозащита борьба с оползнями и обвалами

Продолжение табл. 1

1	2	3
Климатические	тепловые влагораспределительные ветроослабляющие	борьба с заморозками акваторно-тепловые агротепловые борьба с выпреванием борьба с вымерзанием искусственное вызывание атмосферных осадков регулирование снеготаяния аккумуляция влаги противоураганные меры местные ветроослабляющие мероприятия
Снежные	терморегулирующие влагорегулирующие	снегозадержание снегууплотнение снегонакопление регулирование снеготаяния
Химические	солеобогатительные кислоторегулирующие почвоукрепляющие санитарно-дезинфекционные	внесение удобрений регулирование расхода питательных веществ известкование почв кислотование почв гипсование почв оструктуривание почв противодефляционное закрепление почв полимерами силикатизация почвогрунтов применение арбоцидов применение пестицидов

только типов и подтипов мелиораций, но и их сочетаний и очередности проведения (табл. 2). Необоснованная приоритетность водных мелиораций привела к снижению их эффективности и негативным ландшафтно-экологическим последствиям. В засушливых районах — это перерасход водных ресурсов и засоление почв, в Нечерноземье — активизация экодинамических процессов: смыв, дефляция, сработка органического вещества почвы и т. д.

Зональные особенности размещения мелиораций на территории СССР

Типы мелиораций	Водные			Литотропные			Снежные		Фитотропные		Климатические			Химические					
	осушительные	оросительные	осушительно-важкительные	обводнительные	почвозащитные	почвоконструктивные	культуртехнические	ландшафтно-защитные	терморегуляторные	вапорегуляторные	филоконструктивные	ландшафтно-защитные	тепловые	вапораспределительные	ветроослабляющие	селективные	кислоторегулирующие	почвоукрепляющие	санитарно-дезинфекционные
Природные зоны (по Ф. Н. Милькову)	2					4			3			1		5	6	7			
	1					3			4			2		5	6	7			
	3				6	4			8							1	2		
	5		3		6	4	8		13	12				9		1	2	10	
	1	8	11		5	2		8	7							3	4	9	7
		9		10	1					12	2					5	6	12	10
		5		7	2					9	3				8	10	11	7	10
		1		2	3					11	4	3				1	8	6	5
		1		2	3						4	4				6	7	6	6
		5		2	3						4	3				7	8	10	9
Средиземноморская	4	5	6	6	1		7								8	8			

Подтипы мелиораций

Примечание. Цифрами показана значимость (место) подтипов мелиораций.

ГЛАВА II

ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗЕМЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

II.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА. ЗЕМЕЛЬНЫЕ, АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сущность мелиорации, в узком ее понимании, означает систему мероприятий по коренному улучшению естественного плодородия сельскохозяйственных угодий. В отличие от разовых факторов агротехнического обеспечения урожая каждого года они предполагают многолетний эффект. Потребность, виды, последовательность и объем мелиораций ландшафта вытекают из биологических законов растениеводства, региональных систем земледелия и экономических возможностей хозяйства, фиксированных в схеме землеустройства. Зональные и региональные природно-мелиоративные особенности территории отражаются не только на форме природопользования, но определяют технические средства и характер их взаимодействия с ландшафтами.

Важнейшие из биологических законов растениеводства следующие.

1. Закон незаменимости различных факторов жизни. Сущность его состоит в том, что ни один из необходимых для развития растений факторов не может быть заменен другим. Так, свет нельзя заменить теплом, тепло влагой и т. д.

2. Закон неравноценности факторов физико-географической среды для растений. Сущность его заключается в том, что не все факторы среды оказывают одинаковое влияние на растения. Их можно разделить на основные и второстепенные. Основные факторы — свет, тепло, влага, минеральное питание. Другие (второстепенные) играют вспомогательную роль. К ним относят: ветер, облачность, туман и пр. Они усиливают или ослабляют действие основных факторов. Так, облачность ночью уменьшает охлаждение почвы, ветер смягчает действие заморозков. При своих экстремальных проявлениях второстепенные факторы через основные или непосредственно могут полностью детерминировать рост и развитие растений. Например, число

дней с туманом более 300 в году в условиях влажного тропического климата обуславливает высотный предел влажных тропических лесов на высотах 450—600 м (Пузаченко, Дьяконов, 1982).

3. Закон минимума (или лимитирующего фактора Ю. Либиха). Согласно ему, при оптимальных прочих условиях уровень биологического и сельскохозяйственного урожаев определяется тем фактором, который находится в минимуме. Например, в засушливых районах количество влаги выступает лимитирующим фактором урожая.

4. Закон оптимума (или совокупного действия факторов). Наивысшая продуктивность растений обеспечивается только оптимальным сочетанием всех факторов, влияющих на рост и развитие растений.

5. Закон толерантности В. Шелфорда, согласно которому растения, как и другие организмы, имеют широкий диапазон существования в отношении одних факторов и узкий — в отношении других. Если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то может сузиться и диапазон толерантности к другим экологическим факторам.

6. Закон плодосмена заключается в чередовании культур в пространстве и во времени (севообороты), что позволяет, при прочих равных условиях, получать более высокие урожаи, чем при повторных посевах одной и той же культуры на одном месте (монокультура).

7. Закон критических периодов сводится к тому, что в жизни каждого растения имеются периоды, когда оно наиболее чувствительно к какому-либо фактору среды (температуре, влаге, солнечной радиации, уровню кислотности почв и пр.).

8. Закон фотопериодической реакции (или физиологических часов): растения реагируют на продолжительность дня и ночи, ускоряя или замедляя развитие при изменении продолжительности дня.

Осуществление разумной химизации сельского хозяйства и проведение комплексных мелиораций открывает возможность эффективно работать указанным выше биологическим законам. Между тем условия сельскохозяйственного производства в России и других странах СНГ далеко не идеальные. Сельскохозяйственные угодья занимают примерно 27% площади, в том числе пашня — 10%. Площадь сельскохозяйственных угодий в странах СНГ составляет приблизительно 12% от их общей площади в мире (США — 10, Китай — более 13%). Однако климатические условия (тепло- и влагообеспеченность) у нас менее благоприятны для развития сельского хозяйства, чем в США и многих странах Европы. Это определяется прежде всего тем, что свыше 70% общей земельной площади стран СНГ характеризуется засушливым или крайне холодным климатом, т. е. неблагоприятными агроклиматическими ресурсами.

В начале 80-х годов была выполнена мелиоративная оценка

земельного фонда СССР (табл. 3). За прошедшее десятилетие соотношение в потребностях разных типов и подтипов мелиорации не претерпело принципиальных изменений. Не нуждаются в мелиорации 19% площади сельскохозяйственных земель. Они не подвержены эрозии, дефляции, хорошо дренированы. Но все же и они нуждаются в постоянном внесении удобрений, периодическом известковании и проведении микроклиматических мелиораций.

Таблица 3

Почвенно-мелиоративная оценка земельного фонда СССР
(по В. П. Ронину и др., 1981)

Индекс	Почвенно-мелиоративная группа, вид мелиорации	Площадь, млн га
I	Не нуждаются в мелиорации	103,659
II	Легкие почвы: противозерозионные и противодефляционные мелиорации	62,48
III	Каменные почвы: противозерозионные, камнеуборочные мероприятия, улучшение плодородия почв	15,49
IV	Переувлажненные почвы: осушительные, культуртехнические мелиорации, повышение плодородия путем известкования и внесения минеральных удобрений	45,14
V	Пойменные почвы: осушительные, культуртехнические мелиорации, частично противосолонцовые и противосолевые мелиорации	29,50
VI	Автоморфные незасоленные почвы, склонные к засолению: противосолевые и противосолонцовые мероприятия	142,75
VII	Полугидроморфные почвы лиманов, подов, низких террас: осушение, противосолевые и противосолонцовые мероприятия	10,95
VIII	Засоленные почвы (солонцы, солончаки в сочетании с другими почвами): противосолевые, химические мелиорации	65,17
IX	Дельтовые заболоченные и засоленные почвы: осушительные и противосолевые мелиорации	41,80
X	Горные почвы: выборочное орошение, противозерозионные, культуртехнические мелиорации	6,80

На климатическую зону избыточного увлажнения приходится 24% сельскохозяйственных угодий. Поэтому для успешного развития земледелия здесь необходима комплексная осушительная мелиорация. На значительных площадях, находящихся в зоне неустойчивого увлажнения (Калужская, Рязанская, Липецкая, Орловская, Воронежская и другие области), высокие гарантированные урожаи могут быть получены только при создании увлажнительно-осушительных систем и проведении агролесомелиорации. Кроме того, большие площади земель нуждаются в химических (кислоторегулировании и солеобогашении), культуртехнических, противозерозионных и других мелиорациях.

Между природными условиями региона, характером использования и структурой земельных угодий, а также выполненными или планируемыми мелиорациями существует тесная зависимость. На территориях с аридным климатом процент сельско-

хозяйственных земель в общей площади земельного фонда незначительный. Для структуры сельскохозяйственных угодий характерна малая доля пашни и большая доля пастбищ (табл. 4). Расширение земледельческой площади и повышение эффективности использования земельных ресурсов тормозится засушливостью климата и возможно только в результате увлажнительных мелиораций.

Таблица 4
Распределение сельскохозяйственных угодий, млн га

Угодья	Зона увлажнения		
	достаточного	недостаточного	всего
Общая территория	342,9	683,3	1026,2
Сельскохозяйственные угодья	125,9	459,0	584,9
Пашня, пахотно-пригодные земли и залежи	83,9	188,2	272,1
Сенокосы и пастбища	44,0	312,4	356,4

Иная структура землепользования на территории с гумидным климатом. Для нее характерны относительно высокая лесистость и заболоченность. Так, в Нечерноземной зоне болота и заболоченные земли занимают около 115 млн га. В связи с этим осушительные работы развиты в государствах Прибалтики, в Белоруссии, на севере Украины, в Нечерноземной зоне РФ, на Дальнем Востоке. В связи с ростом технических возможностей происходит смещение некоторых видов мелиораций. Орошение, к примеру, постепенно распространяется на север и проводится уже не только в степной, но и в лесостепной и даже в лесной зонах, что необходимо для получения устойчивых высоких урожаев в аномально засушливые и жаркие годы.

В целом, состояние сельскохозяйственных земель в СССР на период его распада внушало опасение. По данным группы экспертов Российской академии сельскохозяйственных наук¹, площадь переувлажненных земель (без болот) превышала 84 млн га, в том числе 19 млн га пашни. Около 117 млн га сельскохозяйственных угодий, в том числе 52 млн га пашни, характеризовались повышенной кислотностью; на площади 62 млн га земли засорены камнями, около 80 млн га сенокосов и пастбищ заросли кустарником, более 3,3 млн га сельхозугодий подтоплено и затоплено водохранилищами. Около 200 млн га сенокосов и пастбищ нуждались в коренном или поверхностном улучшении. Площадь эродированных и эрозивно-опасных земель составляла 327 млн га, в том числе 152 млн га — пашни. Несмотря на проведение противоэрозионных мероприятий, за 1981—1990 гг. площадь под оврагами увеличилась с 5 до 6,6 млн

¹ Концепция мелиорации сельскохозяйственных земель в стране. М., 1991.

га. За последние 25 лет содержание почвенного гумуса в разных регионах бывшего СССР снизилось на 25—30%. В связи с широким применением тяжелой техники на больших площадях пашни в 1981—1990 гг. отмечено переуплотнение почв и ухудшение агрофизических свойств.

В сухостепной, полупустынной и пустынной зонах насчитывалось 157 млн га засоленных земель и земель с солонцовыми комплексами.

Наряду с указанным неудовлетворительным состоянием сельскохозяйственных земель продолжалось их изъятие для несельскохозяйственных нужд. За период с 1965 по 1990 г. в СССР для различных целей было отведено свыше 41 млн га земель, в том числе 7 млн га — пахотных земель. Площадь пашни на душу населения за этот период снизилась с 0,97 до 0,78 га. В лучшем положении по этому показателю находились жители Казахстана (2,14 га на одного жителя), а в наиболее неблагоприятном — жители Армении и Грузии (0,14—0,16 га).

Если же к сказанному добавить, что благоприятное мелиоративное состояние орошаемых земель на 1990 г. наблюдалось на 47% всех орошаемых территорий и 53% осушенных земель, а на 2/3 мелиорированных площадей не получены проектируемые урожаи, то следует однозначный вывод о «тяжелом заболелении» земельного фонда России и других стран СНГ.

Необходимость проведения различных видов мелиораций и их сочетаний обусловлена и **агроклиматическими ресурсами**. В основе агроклиматологии лежит сельскохозяйственная оценка климата и погоды, которые рассматриваются как ресурс сельскохозяйственного производства. Показатели, характеризующие пространственно-временные связи роста, развития и урожайности сельскохозяйственных культур с климатом и погодой, их элементами и комплексами, получили название агрометеорологических и агроклиматических.

Основными интегральными показателями термических ресурсов территории и потребности растений в тепле являются суммы активных и эффективных температур.

Потребность в тепле — количество тепла, необходимое данному фитоценозу или растению для оптимального роста и развития в период вегетации. *Активной* называют среднюю суточную температуру воздуха после ее перехода через биологический нуль развития данной культуры. *Эффективная* температура представляет собой разность между средней суточной температурой воздуха и биологическим нулем данной культуры.

Термические ресурсы территории обычно оценивают суммой активных температур воздуха выше 10°, так как при этой температуре и выше активно вегетирует большинство растений умеренного пояса. Контрасты распределения этого важнейшего агроклиматического показателя на территории бывшего СССР значительны: в тундровой зоне — 300, в субтропической — более 4000°.

Другой важной характеристикой термических ресурсов выступает продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 10° . Этот показатель также колеблется в широких пределах, от 50—60 дней в тундровой зоне до 240—260 дней в пустынной. Третий, более частный показатель термического режима — продолжительность безморозного периода. В субтропических районах продолжительность безморозного периода более 300 дней, в тундровой зоне — менее 40—50 дней.

Интегральными показателями агроклиматических условий выступают гидротермические коэффициенты, которые широко используются для обоснования вида водных мелнораций. Наиболее распространенными являются: гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова (1), показатели увлажнения Д. И. Шашко (2), П. И. Колоскова (3), радиационный индекс сухости М. И. Будыко (4) и др.:

$$\text{ГТК} = \frac{\Sigma x}{0,1 \Sigma t}, \quad (1) \quad \text{П} = K \frac{x}{E - e}, \quad (3)$$

$$Md = \frac{x}{\Sigma d}, \quad (2) \quad r = \frac{R}{Lx}, \quad (4)$$

где x — атмосферные осадки, Md — показатель атмосферного увлажнения Шашко, d — средний суточный дефицит упругости водяного пара, Σt — сумма температур воздуха за период с температурами выше 10° , $(E - e)$ — дефицит влажности воздуха, K — коэффициент пропорциональности, R — годовой радиационный баланс, L — скрытая теплота испарения, r — радиационный индекс сухости, П — показатель увлажнения.

В коэффициенте Селянинова сумма осадков берется за период вегетации, в других показателях осадки и дефицит влажности воздуха рассчитываются за год.

Агроклиматическими показателями условий перезимовки растений являются: абсолютный минимум температуры воздуха (на высоте 2 м) и почвы (на глубине 3 см для узла кущения озимых и на глубине 20 см для корневой системы плодово-ягодных культур); средний из абсолютных минимумов температуры и почвы (на той же высоте и глубине); сумма отрицательных температур воздуха и почвы.

К числу важных характеристик агроклиматических ресурсов относится число дней в году с относительной влажностью воздуха менее 30% и число дней с пыльными бурями и суховеями.

Засухи имеют место в степных, лесостепных районах, а также в зоне смешанных и широколиственных лесов, где их повторяемость менее 5% (см. рис. 4 на с. 52). Они наблюдаются не на всей территории стран СНГ одновременно, а захватывают какой-либо крупный регион. Так, летом 1972 г. на ЕТС была одна из самых жестоких засух за последние 100 лет, а в Северном Ка-

захстане и на юге Западной Сибири сложились благоприятные погодные условия, в результате чего был собран рекордный урожай зерновых культур. Подобная асинхронность в условиях увлажнения и теплообеспеченности в разных регионах отмечается довольно часто. Речь идет о проявлении универсального географического закона квантитативной компенсации в функциях биосферы А. Л. Чижевского. Сущность его такова: в географической оболочке постоянно происходит процесс суммирования положительных и отрицательных возмущений во времени и пространстве. Отклонения обусловлены колебаниями солнечной активности, в особенности в диапазоне рентгеновского и ультрафиолетового излучений, и изменчивостью циркуляции атмосферы. Поэтому не может быть одновременно на всей территории России аномально высоких или аномально низких урожаев, хотя как раз мелиоративные системы признаны сглаживать отрицательные аномалии. Вариация годовых урожаев на немелиорированных землях достигает 35—40, а мелиорированных — 15—20%.

Биологическая и сельскохозяйственная продуктивность ландшафта зависит от обеспеченности водой. Основным источником водных ресурсов служат динамические запасы воды, возобновляемые в процессе круговорота, связывающего все части гидросферы и все источники водных ресурсов. Отсюда следуют важные практические выводы: во-первых, использование любого из источников водных ресурсов не может не влиять на состояние других источников; во-вторых, взаимосвязь между круговоротом воды и различными компонентами природы позволяет управлять этим процессом путем воздействия на другие компоненты, особенно на почвенный и растительный покров. Многочисленный арсенал видов и способов мелиораций позволяет управлять ключевыми звеньями круговорота воды.

Вслед за С. Л. Вендровым (1979), считаем необходимым подчеркнуть, что категория водные ресурсы — отнюдь не синоним природных вод. В равной мере это понятие социально историческое, его содержание изменяется в соответствии с уровнем развития производительных сил общества. Под водными ресурсами конкретного периода следует понимать те виды природных вод, которые можно использовать в данное время при данном уровне развития их средств управления, а также виды природных вод, которые будут использоваться в ближайшей перспективе.

Принято считать, что основным видом водных ресурсов и главным источником пресных вод является речной сток и воды озер и водохранилищ. Однако, строго говоря, базовым показателем для расчета водных ресурсов должны выступать атмосферные осадки за вычетом физического испарения. Балансовая оценка водных ресурсов мира и бывшего СССР представлена в табл. 5.

По уточненным данным (Бабкин, Будыко, Соколов, 1986),

Таблица 5

Сравнительная балансовая оценка водных ресурсов СССР и земного шара
(по М. И. Львовичу, 1969)

Источники водных ресурсов (элементы баланса)	СССР		Вся суша		СССР, % от всей суши	
	км ³	мм	км ³	мм	по объему	по слою
Осадки	10 960	500	108 400	730	10,0	68,5
Полный речной сток	4 350*	198	37 130	252	11,7	68,5
Подземный (устойчивый русло- вой) сток	1 020**	46	12 000**	81	8,5	57,0
Поверхностный (паводочный) сток	3 330	152	25 130	171	13,3	89,0
Валовое увлажнение территории	7 630	348	83 360	560	9,2	62,4
Суммарное испарение	6 610	302	71 270	478	9,3	63,2
Транспирация	4 000***	183	—	—	—	—

* Не считая около 300 км³, формируемых на частях речных бассейнов и бассейнов, расположенных за рубежом.

** Вместе со стоком, зарегулированным озерами и водохранилищами, устойчивый русловой сток равен: в СССР — 1350 км³, на всей суше — более 15 000 км³.

*** Оценка приблизительная.

средний годовой речной сток в СССР составлял с учетом «зарубежного вклада» 4740 км³, а годовые осадки, по данным Государственного гидрологического института и Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова, с учетом поправок, составляли 11,694 тыс. км³.

Что же относить к реальным водным ресурсам, которые могут широко использоваться в разных отраслях хозяйства и сферах деятельности человека? Во-первых, это гарантированный средний многолетний сток, складывающийся из меженного и минимального паводочного. На территории бывшего СССР это примерно 1700 км³ воды. Во-вторых, расход влаги на транспирацию культурной и естественной растительности, составляющий около 4000 км³. Сюда включена влага, формирующая ежегодный прирост древесины (он равен примерно 1 млрд м³), кормовые угодья (на середину 80-х годов — 500 млн т кормовых единиц), дикорастущие плоды и ягоды (заготовка дикорастущих плодов и ягод в 80-х годах в СССР ежегодно составляла 100—120 тыс. т).

Кроме речного стока большое хозяйственное значение имеют водные ресурсы водохранилищ и озер. Общий объем пресной воды в озерах составляет 25,2 тыс. км³, в том числе 23 тыс. км³ в оз. Байкал. Использование озер, как правило, носит экстенсивный характер и заключается в удовлетворении местных хозяйственных, бытовых и рекреационных потребностей.

Для регулирования речного стока с целью удовлетворения потребностей народного хозяйства созданы водохранилища. В странах СНГ их около 4 тыс., каждое из которых объемом более 1 млн м³. В болотах сконцентрировано около 3 тыс. км³ воды.

Пространственно-временное распределение водных ресурсов (осадков, речного стока) характеризуется двумя основными чертами:

значительной неравномерностью территориального распределения — 82% стока приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов; на бассейн Атлантического океана приходится 8% годового стока;

неравномерностью распределения стока по сезонам года: для большинства регионов СНГ наибольший объем стока — весной, наименьший — зимой. Только на Дальнем Востоке, в Крыму и на Черноморском побережье Кавказа сток повышен в летне-осенний период. Обоснование и планирование мелиораций должно осуществляться с учетом сложившейся водохозяйственной и социально-экономической инфраструктур, носящих как современные, так и «реликтовые» черты.

В современном водном хозяйстве стран СНГ с 1988 г. наблюдается тенденция к снижению водозабора и водопотребления. В 1985 г. в СССР водопотребление составило 289,5 млрд м³. Причина снижения — совершенствование технологий (экономия воды) и свертывание производства в постперестроечное время. Структура водопотребления и использования водных ресурсов — система более инерционная. На производственные нужды (исключая сельское хозяйство) расходуется 37%, в том числе на питьевое водоснабжение — 9%. Водопотребление на орошение, обводнение и сельскохозяйственное водоснабжение по централизованному водопроводу составляет 53%. Сельское хозяйство — основной потребитель воды.

Потери воды при транспортировке, куда входит ее фильтрация и испарение из каналов, составляли в СССР в 80-е годы примерно 16% водозабора. Отметим, что КПД оросительных систем равнялись 0,55—0,7.

Большое мелиоративно-географическое значение имеет качественный состав природных вод. В целом по странам СНГ процент сбросных загрязненных вод от общего объема стоков, подлежащих очистке, равен 70, причем наиболее неблагоприятное положение наблюдается в РФ.

Таким образом, в пределах России и других странах СНГ имеются объективные предпосылки для осуществления различных видов мелиораций.

II.2. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИХ МЕЛИОРАЦИЙ

Необходимость проведения культуртехнических мелиораций вызывается, в первую очередь, состоянием поверхности терри-

тории, ограничивающим возможности проведения сельскохозяйственных работ и снижающим продуктивность угодий.

Основными разновидностями культуртехнической неустроенности территории являются: мелкая контурность угодий, завалуненность и каменистость почвы, закустаренность и закочкленность, пестрота почвенного покрова.

Контурность угодий — площадь цельных массивов сельскохозяйственных угодий. Наибольшее распространение мелкоконтурных угодий характерно для областей развития ледниковых отложений, для которых типичен грядово-холмистый, холмистовалистый, холмисто-моренный рельеф. В Нечерноземной зоне РФ около 50% пашни размещено на участках, площадью менее 5 га. Аналогичная картина наблюдается в Эстонии и Белоруссии.

Для крупных хозяйств мелкая контурность (раздробленность) затрудняет проведение мелиораций по интенсификации земледелия, снижает производительность сельскохозяйственной техники. Из-за мелкой контурности угодий задерживаются сроки проведения полевых работ. А, как известно, задержка с посевом на один день снижает урожай: картофеля на 4—5 ц/га, ячменя — до 0,5, пшеницы — 0,5, овса — более, чем на 0,6 ц/га. С увеличением площади контура пашни возрастает валовая продукция земледелия, увеличивается чистый доход. На участках размером менее 2 га дневная выработка на 1 трактор уменьшается на 20—30% по сравнению с участками в 10 га.

Однако подчеркнем, что мелкоконтурность угодий вытекает из свойств географического ландшафта. Исходя из концепции агроландшафта и одного из основных принципов — природно-сельскохозяйственной адаптивности, следует признать, что гомогенизация сельскохозяйственных земель и гигантизм полей (пашни) резко снижают разнообразие агроландшафта, делают его менее устойчивым на межгодовые колебания погодных условий. С развитием фермерских хозяйств и внедрением в производство малой техники мелкоконтурность угодий не следует рассматривать как «серьезное зло» сельскохозяйственного производства.

Завалуненность и каменистость почвы определяются наличием валунно-каменного материала на поверхности и на глубине до 50 см, затрудняют обработку почвы, повышают непроизводительные затраты на эксплуатацию сельскохозяйственной техники, влияют на режим и свойства почвы. Различают следующие степени завалуненности: слабая — покрытие камнями 5—10% площади, или объем камней на 1 га — 5—20 м³; средняя — соответственно — 10—20%, 20—50 м³; сильная — 20—40%, 50—100 м³; очень сильная — более 40%; более 100 м³/га. При слабой степени завалуненности эффект использования пахотных земель снижается на 2—3, при сильной — на 15—20%. Завалуненность вызывает потерю полезной площади угодья на

3—15%. Наиболее интенсивно этот вид неустроенности проявляется на территориях, покрываемых оледенениями (особенно валдайским) и в местах выхода кристаллических пород. Из-за завалуненности в этих районах не засеивается от 50 до 100 м² на 1 га пашни, а площадь плохой обработки почвы в 3 раза превышает площадь, занятую самими камнями.

Общая площадь покрытых камнями пахотных земель в странах СНГ составляет около 6 млн га. Наибольшие площади этих земель сосредоточены в России, Казахстане и Белоруссии.

Закустаренность — покрытие сельскохозяйственных угодий кустарниковой растительностью и мелколесьем. Она приводит к уменьшению размеров контуров пашни, снижению продуктивности лугов и пастбищ. Основным показателем, определяющим засоренность сельскохозяйственных угодий древесно-кустарниковой растительностью, является их доля в общей площади угодий. Однако при оценке для культуртехнической мелиорации важны такие показатели, как густота (количество растительной массы на единицу площади), размер (высота и диаметр насаждений), породный состав и др.

Интенсивность зарастания сельскохозяйственных угодий в разных природных условиях неодинаковая. Полевые земли начинают покрываться кустарниковой растительностью чаще всего от перелогов и залежей, которые исключены из полевых оборотов. Обычно это участки с длительным избыточным увлажнением. Заняты они смешанными зарослями ивы, ольхи, березы, осины и некоторых других видов высотой 2—6 м. Наиболее интенсивно закустаренность полевых земель происходит на участках, расположенных среди лесных угодий, а также на высокоплодородных землях. На бедных почвах процесс зарастания идет медленнее.

Наряду с состоянием полевых земель в Нечерноземье большое значение имеет поверхностное состояние кормовых угодий. При этом основное внимание уделяется таким показателям, как закустаренность, закочкаренность и заболоченность, которые снижают продуктивность лугов и затрудняют механизированную уборку сена. Подсчитано, что для механизированных уборочных работ пригодно не более 50—55% сенокосов Нечерноземья, а в отдельных районах этот показатель снижается до 40% и менее. О влиянии закустаренности на продуктивность кормовых угодий можно судить по данным табл. 6.

Закочкаренность — наличие на поверхности естественных кормовых угодий кочек различного происхождения земляных, приствольных, привалунных, припневых. Закочкаренность делится на слабую — кочками занято до 30% площади, количество кочек на 1 га менее 5 тыс. штук; среднюю — 30—60%, 5—15 тыс. штук; сильную — более 60%, более 15 тыс. штук.

При исследовании торфяных почв выделяется такая разновидность культуртехнической неустроенности, как пнистость, наличие в торфе погребенных пней и стволов деревьев.

Таблица 6

Зависимость продуктивности сенокосов от степени их закустаренности и заболоченности

Закустаренность, %	Урожайность, ц/га		Заболоченность, %	Урожайность, ц/га	
	естественных	улучшенных		естественных	улучшенных
2,9	18,7	24,2	3,1	19,2	24,0
7,9	15,1	23,7	8,3	15,4	23,3
12,5	14,5	20,4	12,8	15,3	20,8
17,9	14,2	19,2	17,0	14,2	20,9
22,0	14,1	19,0	21,9	13,3	19,3
27,1	12,0	14,6	27,5	14,0	20,7
43,6	12,1	14,1	46,3	10,9	17,2
58,7	12,8	13,9	39,5	10,9	16,9

Пестрота (контурность) почвенного покрова — показатель степени различия между почвами, образующими почвенный покров угодья (участка, поля, ландшафта). Принято различать общую пестроту, учитывающую всю сумму свойств почв, и частную, учитывающую степень различия почв по их отдельным свойствам.

Из других видов мелиоративной неустроенности, требующих проведения земельных мелиораций, следует выделить неудовлетворительность инженерных свойств грунтов, вызванную многолетней мерзлотой, карстовыми, оползневыми процессами, крутосклонностью земель и др.

Значительные площади плодородных земель изымаются из сельскохозяйственного использования в результате добычи полезных ископаемых открытым способом, складирования отходов промышленного производства, геологоразведочных и других работ, вызывающих уничтожение почвенного и растительного покрова. Эти земли длительное время пустуют, зарастают сорняками, засоряют продуктами эрозии прилегающие угодья, загрязняют воздух, поверхностные и грунтовые воды. В результате формируются так называемые техногенные ландшафты, подлежащие рекультивации.

По степени выраженности и характеру проявления все разновидности культуртехнической неустроенности имеют строгую закономерность пространственного распространения, определяющуюся природными и хозяйственно-экономическими особенностями территории. Анализ зависимости между степенью выраженности культуртехнической неустроенности и факторами, ее определяющими, для Белоруссии дал следующие результаты.

Контурность угодий в большинстве случаев определяется геоморфологическими факторами. Среди них на первом месте стоит густота расчленения рельефа, коэффициент информативности K которой превышает 0,9, т. е. отмечается высокая связь.

Далее идут глубина расчленения рельефа ($K > 0,7$) и крутизна склонов ($K > 0,5$). После геоморфологической группы факторов по мелиоративной значимости идут почвенные факторы. Среди них важное значение имеют механический состав почв и неоднородность почвенного покрова. Из гидрогеологических факторов выделяются глубина залегания грунтовых вод и свободная глубина естественного дренажа.

Закустаренность угодий имеет тесную связь с неоднородностью почвенного покрова, распаханностью территории, средне-взвешенной крутизной склонов и густотой расчленения рельефа. Средняя связь отмечена с зарегулированностью стока и затопляемостью территории. Наблюдается тесная обратная коррелятивная зависимость между закустаренностью угодий и их контурностью.

Как уже отмечалось, культуртехническая неустроенность прямым образом влияет на возможность и эффективность применения сельскохозяйственной техники, так как определяет агротехнологические свойства обрабатываемых полей. Объективной числовой мерой агротехнологических свойств земель в различных ПТК может служить величина, характеризующая увеличение времени на обработку 1 га пахотных угодий по отношению к времени, затрачиваемому на обработку пашни в «идеальных» условиях выполнения полевых механизированных работ. «Идеальным» агротехническим условиям обработки почв соответствуют поля прямоугольной формы с длиной гона более 1000 м, не имеющие уклонов поверхности, препятствий и завалуненности и отличающиеся агротехнически однородными рабочими участками с нормально увлажненными, легко поддающимися механизированной обработке почвами. Это видно на примере Белоруссии, где на основе обобщения материалов паспортизации полей всех колхозов и совхозов произведен расчет агротехнологических свойств земель и определен интегральный относительный показатель T , рассчитанный как произведение вышеуказанных величин.

Сопоставление карт хозяйств, иллюстрированных общим коэффициентом степени сложности агротехнических условий, с ландшафтной картой позволило определить уровень удобства пахотных земель для механизированной обработки. Базируясь на оценке близких по агротехнологическим свойствам родов ландшафтов, по этому важному территориально-производственному показателю была составлена синтетическая карта ПТК Белоруссии, а также выявлены основные лимитирующие факторы, сдерживающие более эффективное использование сельскохозяйственных машин и орудий в пределах каждой группы ПТК (табл. 7). Установлено, что наиболее неблагоприятные условия для обработки сельскохозяйственных земель отмечаются в пределах I и II групп ПТК, расположенных главным образом в зоне белорусского Поозерья и перигляциальных лёссовых равнин с частыми суффозионными западинами, а также в ланд-

Таблица 7

Агротехнические свойства ПТК Белоруссии и уровни сложности механизированной обработки земель

Группы ПТК	Классификационные единицы ПТК ранга родов	Интегральный показатель <i>T</i>	Степень сложности обработки земель	Основные лимитирующие факторы механизированной обработки земель
I	Конечно-моренно-озерные возвышенные	1,40 1,36—1,40	максимальная	мелкоконтурность, завалуненность, наклон поверхности полей
II	Камово-моренно-озерные возвышенные Водно-ледниковые с озерами равнинные Моренно-озерные равнинные Озерно-ледниковые низинные Ландшафт нерасчлененных комплексов с преобладанием болот Лёссовые волнисто-увалистые возвышенные		выше средней	переувлажненность земель, удельное сопротивление обработке, сложность конфигурации и изрезанность полей препятствиями
III	Конечно-моренно-эрозионные возвышенные Камово-моренно-эрозионные возвышенные Аллювиально-террасированные низинные	1,31—1,36	средняя	наклон поверхности полей, завалуненность, переувлажненность земель
IV	Вторично-водно-ледниковые равнинные Вторично-моренные равнинные Моренно-зандровые равнинные	1,30	минимальная	сложность конфигурации, изрезанность полей препятствиями

шафте нерасчлененных комплексов с преобладанием болот. Улучшение агротехнологических свойств данных ПТК возможно при более рациональном устройстве территории и мелиоративном преобразовании земель, направленных на массивизацию угодий, ликвидацию их завалуненности, осуществлении осушительно-мелиоративных и культуртехнических мероприятий.

Несколько лучшими условиями для обработки отличаются земли ПТК III и IV групп (что объясняется значительной сельскохозяйственной освоенностью территории и более благоприятными территориальными особенностями пахотных массивов. Агротехнологические свойства этих природно-территориальных комплексов возможно улучшить при осуществлении главным образом осушительно-мелиоративных мероприятий.

Полученные результаты исследований позволяют более правильно, с учетом особенностей ландшафтного строения территории Белоруссии решить выбор рационального состава полевых механизированных агрегатов и технического нормирования

их производительности, а также составить технологические карты на возделывание сельскохозяйственных культур и учесть затраты при проведении экономической оценки земель.

Для обеспечения количественного учета и обобщения различных разновидностей культуртехнической неустроенности территории с целью составления единой картосхемы все показатели неустроенности в зависимости от их реальной значимости в формировании продуктивности сельскохозяйственных угодий можно разбить на категории по степени выраженности. Для практического использования удобной является типология, включающая шесть степеней выраженности показателей культуртехнической неустроенности территории (табл. 8).

Таблица 8

Градации степени культуртехнической неустроенности сельскохозяйственных угодий

Степень мелиоративной неустроенности	Контурность, га		Закустаренность, %		Завалуненность пашни, %	Закопченность естественных сенокосов и пастбищ, %
	пашни	естественных кормовых угодий	пашни	сенокосов и пастбищ		
I	25	18	3	10	5	10
II	25—20	14—18	3—6	10—20	5—10	10—20
III	20—15	10—14	6—12	20—30	10—20	20—30
IV	15—10	6—10	12—18	30—40	20—30	30—40
V	10—5	2—6	18—24	40—50	30—40	40—50
VI	5	2	24	50	40	50

Данные по состоянию земельных угодий колхозов и совхозов Белоруссии, на основании которых составлены отраслевые карты культуртехнической неустроенности (контурности, заболоченности, завалуненности, закустаренности), с использованием табл. 8, позволяют построить комплексную картосхему культуртехнической неустроенности, отражающую общие закономерности территориального распространения этих показателей в обобщенном виде. Чем выше степень общей культуртехнической неустроенности, тем сложнее будут культуртехнические мелиоративные мероприятия и тем больше вложений потребуется для их проведения.

III. КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИЕ МЕЛИОРАЦИИ

Культуртехнические мелиорации включают систему мероприятий по коренному улучшению состояния ландшафтов с целью создания благоприятных условий для их использования. В настоящее время в этот вид мелиораций включаются такие мероприятия, как удаление лесокустарниковой растительности и ее остатков (корни, пни), уборка валунов, ликвидация нано- и микроформ рельефа, приведение поверхности почвы в пахо-

топригодное состояние, ликвидация мелкоконтурности, увеличение мощности пахотного горизонта и др. Культуртехнические работы могут проводиться как на землях, требующих осушения, так и на нормально увлажненных землях. Кроме того, им подвергаются старопахотные залежные и целинные земли, а также сенокосы и пастбища, требующие коренного или поверхностного улучшения, и участки выработанных торфяников. От этого зависит специфика и технология проводимых мероприятий. В условиях Нечерноземья культуртехнические мероприятия, как правило, дополняют осушительные мелиорации.

Культуртехнические работы на вновь осваиваемых, в том числе и осушенных, землях направлены на ликвидацию естественной растительности и создание оптимальных условий для выращивания культурной растительности. При проведении этих работ на естественных луговых угодьях с целью их улучшения создаются условия для нормального развития естественных трав, имеющих ценные кормовые качества. На старопахотных землях они направлены на ликвидацию мелкой контурности, очистку их от камней, кочек, заравнивание микропонижений и т. д. На лугопастбищных угодьях проводят поверхностное или коренное улучшение земель.

Необходимость проведения работ определяется комплексом причин, вызывающих культуртехническую неустроенность данного угодья. Если имеются условия, приводящие к естественному истощению почвы, вырождению ценного в кормовом отношении травостоя, заболачиванию и закочкарности почв, то рекомендуется система мероприятий, направленных на полное удаление естественной растительности, планировку поверхности, первичную вспашку, внесение удобрений и посев трав, которая называется коренным улучшением. В условиях же, где на луговых угодьях сохраняется не менее 20% ценных видов естественных трав, проводятся мероприятия по улучшению состава травостоя, его омоложению, подкормке, выравниванию поверхности, которые называются поверхностным улучшением.

Культуртехнические мелиорации проектируются и проводятся на основании данных, полученных в период полевых ландшафтно-мелиоративных изысканий. В реуэлтате составляется культуртехническая, почвенно-мелиоративная и ландшафтная карты, на которые наносятся данные, характеризующие поверхность исследуемой территории, ее закустаренность, залеженность, закочкарность, завалуненность, наличие ям и размеры контуров почв разной степени увлажнения. Растительный покров характеризуется с точки зрения возможности его сведения с указанием необходимости механических средств и объема выполненных работ. Почвенно-мелиоративная карта отражает особенности почв исследуемого участка, характеристику мощности и выраженности их перегнойного горизонта, состав и свойства почв, указывается возможность их использования. Составленный на основании полученных данных проект вклю-

чает варианты культуртехнических работ, их обоснование и график выполнения, а также способы обработки почв и характер их использования.

Культуртехнические мелиорации проводятся с соблюдением экологических, хозяйственно-экономических и технических норм. Соблюдение экологических норм заключается в учете комплекса природных факторов при проектировании и проведении культуртехнических работ. Это учет генетических особенностей видов культуртехнической неустроенности (закопченности, закустаренности, завалуненности, контурности и т. д.). Культуртехническая неустроенность должна рассматриваться на фоне геоморфологических, гидрогеологических, инженерно-геологических, биоклиматических, почвенных, гидрологических и ландшафтных характеристик, что позволяет избежать негативных последствий мелиораций. Важно, чтобы проводимые мероприятия не явились стимулом для развития эрозии и дефляции, не вызвали уменьшения мощности перегнойного горизонта почв и не приводили к обеднению их гумусом и элементами питания растений.

Соблюдение хозяйственно-экономических и технических норм заключается в максимальном использовании земельных угодий в сельском хозяйстве, устранении помех для использования мощной обрабатывающей техники, что в свою очередь вызывает повышение эффективности проводимых мероприятий и сокращение сроков окупаемости капиталовложений.

Способы очистки земель от древесно-кустарниковой растительности и технологические схемы их освоения зависят от характера, видового состава, однородности и размеров растительности, а также от уровня плодородия. Участки, покрытые кустарником и мелколесьем без крупных пней, валунов и кочек, относятся к средней сложности и могут быть освоены путем проведения следующих операций: срезки растительности кусторезами, сгребания срезанной массы в валы, подкорчевки более крупных корневых остатков, перетряхивания и сбора в кучи оставшихся пней, уничтожения (сжигания или вывозки) древесины, сбора мелких древесных остатков, вспашки кустарниково-болотными плугами, разделки пласта и планировки поверхности. Срезку проводят в течение всего года, однако в условиях, где проходимость машин затруднена из-за переувлажнения, эти работы рекомендуется проводить в зимний период, что способствует сохранению плодородия почвы.

Участки, покрытые крупной древесной растительностью, пнями, мелколесьем и кустарником, относятся к трудноосваиваемым. Технологическая схема (способ) их освоения включает следующие операции: корчевание, перетряхивание выкорчеванной массы, сбор в валы с последующим их уничтожением, очистку поверхности почвы, первичную вспашку, разделку пластов и планировку поверхности. Этот способ широко применяется в условиях Нечерноземья, но имеет ряд существенных недо-

статков, одним из которых является сволакивание вместе с древесиной значительного количества перегнойного горизонта (до 1000 т на 1 га).

Операцией, способствующей сохранению плодородного слоя, является раздельное корчевание, когда выкорчеванную массу переворачивают корневой системой вверх и оставляют на две—три недели для подсыхания. После чего древесная масса перетряхивается и сгребается в валы, при этом значительная часть подсохшей почвы осыпается. Наиболее распространенными операциями по ликвидации валов выступают: сжигание (на месте или с вывозкой), закапывание в траншеи, а также транспортировка и складирование на участках, непригодных для хозяйственного использования.

Участки, покрытые только кустарником, относятся к несложным в освоении. Они осваиваются путем прямой запашки кустарника под пласт, или же с применением фрезерных машин для глубокого фрезерования почвы вместе с кустарником.

Прямая запашка кустарниковой растительности — высокоэффективное мероприятие. Она способствует пополнению в почвах содержания органического вещества, улучшению водно-воздушного режима почв, так как с разложением древесины резко возрастает ее микробиологическая активность. Однако наибольший эффект достигается при сплошном фрезеровании почвы вместе с поверхностной растительностью и корневой системой в сочетании со вспашкой, а также глубокое сплошное фрезерование. При этом полностью сохраняется почвенный покров, происходит его обогащение за счет измельчения древесины, которая довольно равномерно перемешивается с почвой, при этом поверхность почв остается почти не засоренной крупными остатками древесной растительности. Этот способ освоения закустаренных земель в настоящее время считается наиболее эффективным.

В последнее время широкое внедрение в практику получает химико-механический способ уничтожения древесно-кустарниковой растительности. Он включает выполнение следующих операций: обработку кустарника арборицидами, ломку и подкорчевку сухостоя, сгреbanie и уничтожение древесной массы, первичную обработку почвы и очистку от мелких остатков.

В качестве арборицидов используются препараты из групп ядохимикатов: бутиновый эфир 2,4-Д и аминные и натриевые соли 2,4-Д. Действие препаратов заключается в том, что, попадая в растения, они нарушают процесс обмена веществ и приводят растения к гибели. Запрещается проводить химическую обработку вдоль русел рек, вблизи озер, водохранилищ, населенных пунктов, у полей сельскохозяйственных культур ближе допустимого расстояния, вблизи полевых защитных и водохранных лесополос (табл. 9).

Химический способ уничтожения древесно-кустарниковой растительности может применяться в сочетании с другими,

Ширина защитных полос при проведении химической обработки кустарника, м (по Е. И. Ельцову)

Арборицад	Авиационный способ		Наземный (аэрозольный) способ	
	с наветренной стороны	с подветренной стороны	с наветренной стороны	с подветренной стороны
Водный раствор аминных солей	100	1000	50	500
Водно-масляная эмульсия эфиров 2,4-Д	200	2000	100	1000
Масляный раствор эфиров 2,4-Д	300	3000	200	2000

выше рассмотренными способами, если доказана высокая эффективность этого сочетания.

Технология ликвидации кочек зависит от их генезиса, высоты и количества на единицу площади. Мелкие кочки уничтожаются путем предпахотного дискования тяжелыми дисковыми боронами. Затем проводится первичная вспашка на глубину 22—24 см и повторная обработка дисковыми боронами, а после этого — прикатывание почвы для создания в ней благоприятного водно-воздушного режима и улучшения физико-механических свойств. Ликвидация особо крупных осоковых кочек проводится путем прикатывания их для снижения высоты и увеличения плотности, фрезерования и первичной вспашки.

Вспашку осушенной целинной почвы проводят кустарниково-болотными плугами на глубину 20—25 см. На минеральных почвах с помощью гумусового слоя до 20 см вспашку проводят на глубину 20—22 см, на болотных торфяных — 30—35 см.

На легких минеральных почвах со слабой дерниной вспашку проводят обычными плугами. На торфяных почвах с плотной дерниной сначала проводят обработку ее поверхности дисковыми боронами, а затем вспашку на глубину 30—35 см с полным оборотом пласта. Вспашку целесообразно осуществлять летом или осенью в год, предшествующий освоению участка. Почва при летней обработке хорошо аэрируется, в результате чего интенсивнее идет процесс нитрификации и разложения органики.

На вновь освоенных болотах особое назначение имеет прикатывание обрабатываемого поля. Оно способствует созданию более благоприятных условий водного режима почвы. Если прикатывание проводят на почвах с хорошо разложившимся торфом, то оно должно быть сравнительно слабым. Нормальные осушенные почвы обязательно прикатывают до посева.

Очистка сельскохозяйственных угодий от валунов является составной частью культуртехнических мелиораций. Технология уборки валунов включает выполнение следующих операций: уборку и вывозку мелких камней, корчевание и переме-

щение к месту погрузки средних и крупных валунов, погрузку и вывозку средних и крупных валунов, заравнивание ям, планировку поверхности участка, вспашку с последующей разделкой пласта. Корчевку валунов, их погрузку и транспортировку необходимо производить таким образом, чтобы максимально сохранить гумусовый горизонт почв и не вызвать развития струйчатой эрозии на склонах холмов.

Наибольший эффект, с точки зрения охраны почв, имеют мероприятия по очистке полей от камня, если они проводятся в позднеосенне-зимнее время, когда грунт промерзает до 10 см, а снеговой покров еще не превышает 10—20 см. При этом транспортировка валунов к месту складирования может безбоязненно осуществляться одновременно с корчеванием.

Мероприятием, завершающим очистку земель от древесно-кустарниковой растительности и валунов, является планировка поверхности. Она проводится с целью ликвидации естественных и искусственных неровностей (ям, бугров, кочек, ложбин и т. д.). Чаще всего планировку проводят после первичной вспашки и разделки пласта, используя для этого специальные планировщики или рельсовые и другие волокуши.

В условиях крутосклонного холмистого рельефа с высокой контурностью и мозаичностью структуры почвенного покрова, где осушительная мелиорация не дает необходимого эффекта, рекомендуется проведение комплексной мелиорации. Последняя включает такие операции, как планировка склонов; засыпка мелких бессточных впадин; создание оптимизированной почвы путем торфования, глинования, пескования; создание стокорегулирующих прудов и оптимизация структуры угодий. В результате достигается гомогенизация структуры почвенного покрова и продуктивность почв.

Для лёссовых возвышенностей характерно наличие множества (до 20 и более на 1 га) отдельных «блюдец», которые способствуют концентрации талых и дождевых вод, способны планировки поверхности имеют специфические особенности. Один из них — ликвидация западин путем предварительного снятия бульдозером перегнойного горизонта почв окружающей блюдце площадки, засыпка западины почвогрунтом из подпахотного горизонта (выемка до глубины 40—50 см), выравнивание и равномерное распределение ранее отделенного почвогрунта из перегнойного горизонта, грейдерной планировки и глубокой вспашки. Срезанные места и поверхность засыпанных западин заправляются усиленными дозами органических и минеральных удобрений. Высокая биогенность подпахотных горизонтов позволяет уже с первого года получать высокие урожаи.

Для сохранения влаги весеннего стока, в настоящее время блюдца на лёссовых массивах полностью не ликвидируются, а около 10% их площади остается под колодцами-поглотителями.

С целью освобождения блюдец от затопления для включе-

ния их в сельскохозяйственный оборот и одновременно для аккумуляции местного стока западины объединяются по условиям рельефа в группы и соединяются системой закрытого дренажа. Водоприемником системы является специально вырытый котлован (водоем-копань) на месте западины с наименьшей для всей группы высотной отметкой дна.

Технология рекультивации выработанных торфяников и направления их использования (в основном сельскохозяйственное и лесохозяйственное) будут рассмотрены в разд. 6 гл. II.

Каждый вид землемелиоративного воздействия на ПТК имеет свои специфические особенности, которые проявляются в схеме их трансформации. Культуртехнические работы по удалению кустарников, валунов и планировке поверхности вызывают перемещение огромной (до 1500 м³/га) массы почвогрунтов. Они проводятся как на землях, требующих осушения, так и на нормально увлажненных землях.

При культуртехнических работах, кроме нарушения естественных природных комплексов, образуются значительные объемы грунтосмесей, которые складываются в виде валов или отвальных насыпей, занимают часто большие площади высокопродуктивных почв, препятствуют сельскохозяйственному использованию земель и снижают эстетическую ценность ландшафтов.

По объему перемещаемого грунта и интенсивности ландшафтных нарушений на первом месте стоят мероприятия по очистке земель от древесно-кустарниковой растительности и погребенной древесины: срезка растительности, корчевание, перетряхивание выкорчеванной массы, сбор в валы, первичная вспашка с разделкой пластов и планировка поверхности. Эти операции приводят к таким неблагоприятным явлениям, как: 1) отчуждение большого количества почвенной массы вместе с древесиной; 2) перемещение и неравномерное распределение отчужденной почвы на поверхности территории; 3) сгребание почвы (преимущественно высокоплодородного перегнойного горизонта) в валы и кучи вместе с растительной массой. Кроме того, под кучами и валами занято до 20% территории мелиоративных объектов, что снижает эффективность использования земель.

Количество и состав почвенной массы, отчуждаемой и сгребаемой в валы, при одинаковой технологии культуртехнических работ, определяются почвенно-геоморфологическими условиями. На тяжелых (глинистых и суглинистых) породах в условиях моренного рельефа отчуждение почвы достигает 2,4 тыс. т и более на каждом гектаре, что часто превышает 50% всей массы перегнойного горизонта, а сгребание с древесиной в валы и кучи достигает 1,1 тыс. т/га. Максимальное количество почвенной массы отчуждается на заболоченных участках с пересяченным рельефом, минимальное — на выровненных участках нормально увлажненных почв.

На торфяно-болотных почвах величина отчуждаемой и сгребаемой массы зависит от мощности торфа, степени его разложения и рельефа местности.

В результате культуртехнических работ по удалению древесно-кустарниковой растительности в валах или кучах накапливаются огромные количества почвенной массы.

Почвенная масса, складываемая на объектах, может использоваться для оптимизации состава и свойств почв. Учитывая, что сгребается с растительностью не только перегнойный, но и нижележащий (подпахотный) горизонты (до глубины 40—50 см), характеризующиеся иногда повышенной кислотностью и содержащие вредные соединения в дозах, токсичных для растений, в основе рекомендаций по использованию почвенной массы должен находиться ее химический состав, а также агрохимические и водно-физические свойства.

На объектах культуртехнических мелиораций одновременно с перемещением большого количества почвенно-грунтовых смесей происходит сильное усложнение структуры почвенного покрова (СПП). Это общая тенденция для объектов всех видов культуртехнических мелиораций.

Наибольшие изменения СПП происходят при удалении древесно-кустарниковой растительности методом корчевания и сгребания растительной массы в бурты, т. е. метод, имеющий широкое распространение во всей Нечерноземной зоне. При этом резко изменяются мощность перегнойного горизонта почв, содержание гумуса в почвах и агрохимические показатели. Если в исходном состоянии мощность перегнойного горизонта почв исследуемых ПТК, была в пределах 16—34 см, средний показатель для объекта — 24 см, то в первый год после мелиорации она уменьшилась до 11—26 см при среднем значении — 17 см (рис. 5). Аналогична ситуация с содержанием гумуса в почвах. Исследования показали, что эти важнейшие характеристики почв не восстанавливались до исходного уровня в течение десяти лет эксплуатации (окультуривания) земельных угодий. Это же характерно для коэффициента неоднородности почв, который при исходном уровне, равном 14,2, увеличился после мелиоративных работ до 36,7, а через 10 лет использования почв составлял 20,4. Агрохимические свойства почв не столько ухудшились в целом, сколько увеличилась пестрота их показателей (см. рис. 6 и рис. 7 на с. 61). Техногенные мозаики с разной морфологией и свойствами на объектах комплексных мелиораций (осушение + культуртехника) ведут к усложнению в первую очередь водного режима почв, что затрудняет его регулирование. На объектах «сухой» культуртехники на первое место выходит нарушение пищевого режима, проявляющееся через показатели агрохимических свойств.

Для холмисто-рядовых конечно-моренных возвышенностей и донно-моренных равнин с сильно развитым микрорельефом коэффициент неоднородности почв после проведения культур-

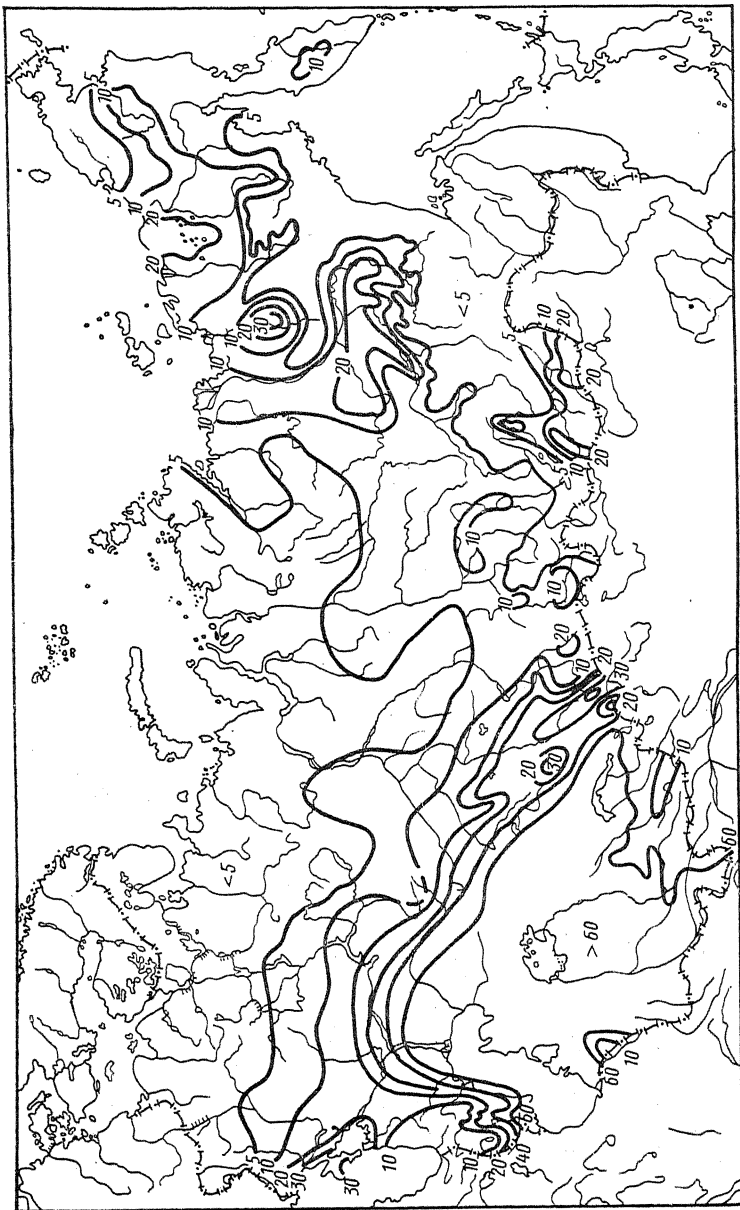


Рис. 4. Вероятность засух, %

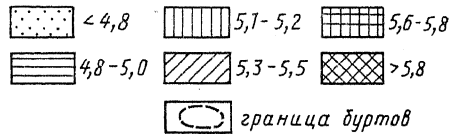
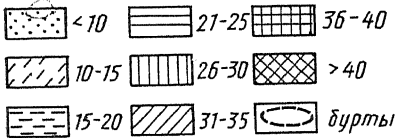
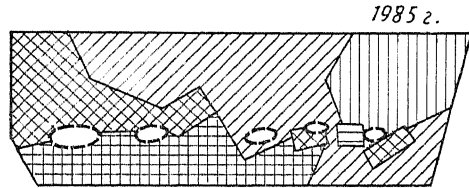
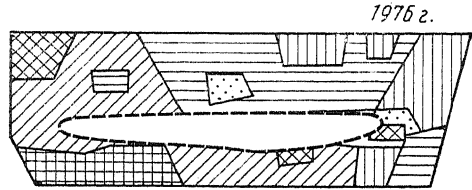
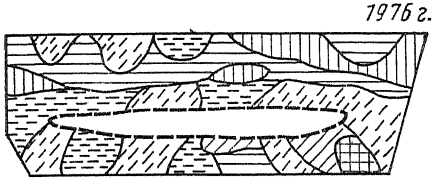
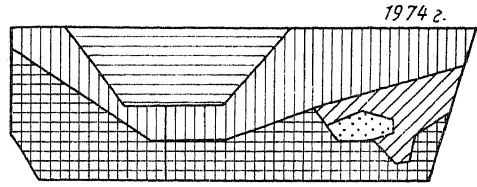
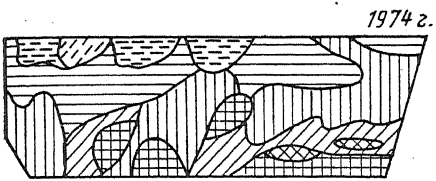


Рис. 5. Динамика мощности пахотного горизонта почв (см) объекта «Западная Березина»

Рис. 6. Картограмма кислотности почв (рН) объекта «Западная Березина»

технических мелиораций возрастает с 27,5—32,6 до 39,5—46,7; для озерно- и водно-ледниковых низин этой же провинции — от 12,5—14,6 до 22,4—29,1. На равнинах коэффициент неоднородности составляет до мелиорации 5,6—7,8, после мелиорации — 10,8—14,2, на низменностях Полесий соответственно: 4,3—6,7 и 8,9—11,3. Эти особенности трансформации почвенного покрова мелиоративных объектов должны учитываться при разработке мелиоративных проектов, определении направления использования мелиоративных земель, а также при оценке эффективности культуртехнических мелиораций.

Анализ почвенно-грунтовых смесей показал, что по своим агрохимическим свойствам они значительно хуже перегонного горизонта ненарушенных почв (ниже содержание гумуса и питательных веществ, выше кислотность). Они также отличаются химическим составом, который полностью определяется составом добываемого минерального сырья и пахотных горизонтов почв.

II.4. ЭРОДИРОВАННОСТЬ И ДЕФЛЯЦИОННОСТЬ ПОЧВ КАК ВИДЫ МЕЛИОРАТИВНОЙ НЕУСТРОЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

70—80-е годы текущего столетия охарактеризованы интенсивным развитием географического направления в изучении эрозии почв. Эрозиоведение сформировалось не только как наука, но и как учебная дисциплина, имеющая относительную самостоятельность. Эрозиоведение тесно связано с мелиоративной географией. В связи с этим представляется необходимым остановиться кратко на основных вопросах разработки мер по защите почв от эрозии и дефляции¹.

Эрозия в широком значении этого термина — процесс разрушения почв и подстилающих их пород водой, ветром, антропогенным воздействием и другими факторами и вынос продуктов разрушения. Однако, вслед за М. Н. Заславским (1983) считаем целесообразным под эрозией почв понимать только смыв и размыв почвы, а иногда и подстилающих пород поверхностным стоком временных водотоков, а термин «дефляция» закрепить за ветровой эрозией. По характеру протекания и интенсивности воздействия на земную поверхность эрозию принято делить на геологическую (нормальную) и современную (ускоренную). Современная эрозия — это процессы разрушения почв и подстилающих их пород, протекание которых ускорено современной освоенностью территории.

Эродированность земель является показателем степени мелиоративной неустроенности территории, так как во многом определяет продуктивность, структуру и возможности рационального использования сельскохозяйственных угодий. Установлено, что развитие эрозии зависит от зональных природных факторов. По Н. И. Маккавееву и Р. С. Чалову, на севере лесной зоны Восточно-Европейской равнины в среднем потери почвы составляют 0,1 т/га·год, в центральных областях Нечерноземья — 0,3—0,6, а в южных — 2—4 т/га·год. Максимум смыва отмечен в лесостепной и северной части степной зоны. Далее к югу в зонах сухих степей и полупустынь модуль смыва почв убывает в связи с уменьшением количества осадков и увеличением доли необрабатываемых площадей. Та же закономерность наблюдается и в развитии овражной эрозии. Образование оврагов в лесной зоне почти исключительно связано с деятельностью человека.

Эрозия обычно начинается проявляться при уклоне поверхности более 0,5°. Она разделяется на два подтипа: смыв, или плоскую эрозию, и размыв, или линейную эрозию. Один из

¹ Для более углубленного изучения проблем эрозии и дефляции рекомендуем учебник М. Н. Заславского «Эрозиоведение» (М., 1983); монографии: Работа водных потоков/Под ред. проф. Р. С. Чалова. М., 1987; Ларионов Г. А. Эрозия и дефляция: основные закономерности и количественные оценки процесса. М., 1993

важнейших показателей развития эрозии почв — эрозионный потенциал дождевых осадков (ЭПО). Для расчета ЭПО применяют в различном сочетании такие основные характеристики дождей, как слой осадков, их интенсивность за 30-минутный период, и энергия. Исследования отечественных и зарубежных ученых показали (В. Уишмейер, М. Н. Заславский, Г. А. Ларионов и др.), что произведение энергии дождя на его максимальную 30-минутную интенсивность тесно коррелирует со смывом.

Неравномерность смыва почв в условиях пересеченного рельефа приводит к увеличению пестроты почвенного покрова. Если не препятствовать развитию плоскостной эрозии, то она постепенно переходит в струйчатую, или ручейковую, с глубокой размыва до 20—30 см.

При дальнейшем беспрепятственном развитии струйчатой эрозии посредством концентрации мощных направленных потоков воды она переходит в линейную (овражную) эрозию. В результате протекания линейной эрозии размываются не только верхние горизонты почвенного профиля, но и подстилающие породы. Кроме того, овражная эрозия выносит питательные вещества из почвы и разделяет пашню на отдельные участки, чем затрудняет сельскохозяйственные работы и снижает производительность труда.

Дефляция распространена на 90 млн га территории бывшего СССР. Она подразделяется на два основных подтипа: местную, или «повседневную», и пыльные бури. Местная дефляция медленно разрушает почву, губит посевы, особенно на наветренных склонах. Возможность и интенсивность выдувания почвы определяется аэродинамическими особенностями воздушных потоков, свойствами почв и почвозащитной способностью растительности. Роль последней особая, так как характер растительности определяет так называемый параметр шероховатости — нижнюю границу слоя турбулентной диффузии, на которой гасится кинетическая энергия воздушного потока¹ и средняя скорость ветра практически равна 0. В частности, луг с высоким травостоем и пашня с зерновыми культурами имеют параметр шероховатости 1—10 см, что предохраняет эти угодья от дефляции. Поле под паром имеет параметр шероховатости 0,5—2 см, что значительно меньше неровностей нано- и микрорельефа. Поэтому при прочих равных условиях пар более подвержен дефляции, чем луг или пашня. Чаще всего дефляция наблюдается на песках, супесях, переосушенных торфяниках. Дефляция развита в степной, лесостепной и полупустынной зонах. Зафиксирована она и в лесной зоне (Полесье, Мещера и т. д.).

Пыльные бури возникают при скорости ветра более 15 м/с. В Полесье они участились после 1965 г., что связано с расширением осушенных земель. Обычно они приурочены к маю — к дням с низкой относительной влажностью воздуха и к периодам без осадков.

Особенности дефляции следующие: проявление процесса на различных формах рельефа независимо от уклона местности; возможности переноса материала не только сверху вниз, но и наоборот; возможность протекания как в теплый период, так и зимой, когда ветры сдувают снег со склонов, а затем подсохший слой почвы.

Ущерб, причиняемый эрозией и дефляцией, выражается в обеднении почвы, ее иссушении. Эрозия, особенно овражная, разрушает дороги, русла рек, гидротехнические сооружения и т. д. Образовавшиеся в большом количестве продукты разрушения вызывают заиление прудов, рек, озер, водохранилищ, осушительной и оросительной сети, заносят сельскохозяйственные угодья.

Все факторы, вызывающие развитие эрозионных процессов, можно разделить на две группы: 1) хозяйственная деятельность человека и 2) природные условия. Роль хозяйственной деятельности в развитии эрозии и дефляции проявляется посредством уничтожения или резкого сокращения естественной растительности, интенсивной распашки территории, снижения уровня грунтовых вод, преобразования речных систем, строительства дорог и т. д.

Из природных факторов, влияющих на развитие эрозионных процессов, важнейшими являются климатические, геоморфологические, почвенные и растительные. Исследованиями Г. И. Швевса, М. Н. Заславского, Г. А. Ларионова и других ученых установлено, что эрозия почв определяется не средними по водности условиями (осадками), а максимальными.

Помимо ЭПО, о котором речь шла выше, важнейшее значение имеет эрозионный потенциал рельефа (ЭПР) — комплекс свойств, способствующих возникновению стока, его концентрации и стеканию воды. Обобщение эмпирических данных (Г. И. Швевс, М. Н. Заславский, Г. А. Ларионов) показывает, что средний смыв W есть функция уклона I и длины склона L . Зависимость имеет выражение:

$$W = \alpha_p I^n L^p,$$

где α_p — влияние всех прочих факторов на смыв. Влияние уклона наиболее сильно сказывается на почвах с низкой противозерозионной устойчивостью и не защищенных растительностью ($n=1,0-2,0$) и снижается по мере роста сомкнутости растительности до $0,7-1,0$. Большинство значений p равно $0,35-0,6$ (Швевс, 1974).

На выпуклых склонах наблюдается наибольшая смытость почв. Они широко распространены на Среднерусской возвышенности, на правобережной Украине, в пределах Северных и Вятских Увалов, в бассейне Северной Двины и других районах. Вогнутые склоны отличаются меньшей смытостью почв. Они характерны для Высокого Заволжья, Приволжской, Бугульмино-Белебеевской и частично Ставропольской возвышенностей. На ступенчатых склонах смытые почвы располагаются

на крутых отрезках, намытые — на пологих. Ступенчатые склоны встречаются на Ставропольской и Приволжской возвышенностях, в отдельных местах Среднерусской возвышенности и других районах.

Склоны прямой формы распространены ограниченно (в южной части Среднерусской возвышенности и Кодрах). Они характеризуются более равномерным смывом почв по сравнению с выпуклыми и вогнутыми.

Интенсивность эрозионных процессов и густота эрозионных образований (оврагов, промоин) находится в прямой зависимости от площади водосбора. Одновременно с ее увеличением возрастает и объем поверхностного стока, от которого зависит разрушающая сила воды. Развитие процессов эрозии в значительной степени связано с литологическим составом почвогрунтов. Это вызвано тем, что разные по составу породы неодинаково податливы разрушению. Среди почвообразующих пород наилучшие условия для развития эрозионных образований (оврагов, промоин) создаются на лёссах и лёссовидных суглинках. Этим в основном объясняется высокая степень враждебности Среднерусской и Приволжской возвышенностей, Молдавии, возвышенных районов Украины и предгорий Закарпатья, а также отдельных районов Белоруссии, которые сложены преимущественно лёссовыми образованиями.

Положительное влияние растительности сводится к следующему: деревья и кустарники увеличивают водопроницаемость и влагоудерживающую способность почв, задерживают определенное количество осадков на кронах, ослабляют разрушающее действие на почву дождевых капель, способствуют снегозадержанию и постепенному снеготаянию, укрепляют почвенный покров корневой системой и лесной подстилкой и делают его более устойчивым к размыванию. Аналогична роль травяной растительности естественных и культурных луговых угодий. Поверхностный сток с участка, покрытого травяной растительностью, в 5—10 раз меньше, чем со вспаханного, а смыв почвы с распаханых участков в десятки раз превышает смыв с участков, покрытых растительностью.

Противоэрозионная устойчивость (смываемость) почв определяется их основными водно-физическими свойствами. Это прежде всего структура почвы. Структурная почва более устойчива к размыванию, чем бесструктурная. Большое значение имеет также содержание в почве гумуса и высокодисперсных частиц (физической глины, ила), а также состав поглощающего комплекса почв.

Основными факторами, непосредственно определяющими интенсивность и географическую закономерность распространения дефляции, являются климатические (ветровой и температурный) режимы и почвенный покров. Другие природные факторы (рельеф, растительность и т. д.) воздействуют на ход дефляции путем их влияния на почвы и ее климат. Скорость вет-

ра, при которой он становится дефляционноопасным в условиях Нечерноземья, для почв легкого механического состава равна 5—6, а для торфяно-болотных почв — 8 м/с. Рельеф местности (особенно микрорельеф) влияет на интенсивность ветровой эрозии путем изменения скорости и направленности воздушных потоков, а также степени прогревания почв и влажности верхних горизонтов. Установлено, что среди сельскохозяйственных угодий лучше всего защищают почву от дефляции многолетние травы, хуже — пропашные культуры.

Основная причина дефляции освоенных органогенных почв — переосушка пахотного горизонта до влажности разрыва капилляров, а иногда до влажности устойчивого завядания растений. Установлено, что на 1 га органогенных осушенных и распашанных почв со степенью разложения торфа 35—45% при полевой влажности 16—30%, относительной влажности воздуха 33—50%, скорости ветра 8 м/с и выше в результате дефляции теряется около 5 т торфа в год, что равно мощности слоя 0,35 см.

Антропогенная эрозия подразделяется на механическую (техногенную), ирригационную и сработку торфа (биологическую). Механическая эрозия — это разрушение почв и передвижение их верхних горизонтов в результате применения современной мощной и скоростной почвообрабатывающей техники. Этот вид эрозии особенно усиливается при увеличении числа операций, проводимых на полях. Ирригационная эрозия начала проявляться в связи с широким развитием оросительных работ. Она вызывается превышением норм полива, допустимых уклонов и длин поливных борозд и другими факторами. Типичные условия ее проявления создаются в южных районах орошаемого земледелия страны. Однако и в условиях Нечерноземья отмечаются иногда процессы ирригационной эрозии.

Сработка торфа, или биологическая эрозия — это разрушение (минерализация) органического вещества торфа в результате его освоения и использования и вынос продуктов разрушения с дренажными водами. В результате происходит уменьшение мощности и запасов торфа.

Однако следует учитывать, что уменьшение мощности торфяного слоя осушенных торфяников происходит не только под воздействием минерализации торфа, но и в результате механической его усадки и переноса ветром на другие участки. При этом разрушения торфа не происходит, а уменьшение влажности и снижение пористости приводит к его уплотнению. Усадку поверхности торфяника, происходящую под воздействием осушения и сельскохозяйственного использования, можно определить эмпирическим путем:

$$\Delta h_0 = \Delta h_1 + \Delta h_2,$$

где Δh_0 — разница в глубине торфа до и после осадки, см;

Δh_1 — осадка от уплотнения торфа над уровнем грунтовых вод, см;

Δh_2 — осадка от уплотнения торфа ниже уровня грунтовых вод:

$$\Delta h_1 = \left\{ 1 - \frac{\partial_1}{\partial_{\text{оп}}} \left[1 - \left(1 - \frac{\partial_{\text{оп}}}{\delta_{\mu}} \right) \frac{z}{100} \right] \right\} h_1,$$

$$\Delta h_2 = \frac{(h_0 - h_1) (\varepsilon_0 - 1)^2}{(4 - \lg P_0) (\varepsilon_0 + 1)} \lg \frac{\partial_0 h_1}{P_0}.$$

Здесь h_0 — первоначальная глубина торфа, см; h_1 — толщина слоя торфа над наиболее низким уровнем грунтовых вод, см; ∂_0 — объемный вес естественной залежи над уровнем грунтовых вод, г/см³; ∂_1 — объемный вес скелета торфа неосушенного болота, г/см³; $\partial_{\text{оп}}$ — объемный вес органического вещества торфа над уровнем грунтовых вод осушенного болота, определяемый в зависимости от интенсивности и продолжительности осушения, г/см³; δ_{μ} — удельный вес золы торфа, г/см³; z — зольность торфа, %; ε_0 — начальный коэффициент пористости торфа; P_0 — нагрузка, г/см³.

Как дефляция, так и эрозия приводят к изменению морфологии почвенного профиля (сокращению мощности или полному исчезновению верхних горизонтов почвы) и механического состава (выносу частиц физической глины и ила), сокращению содержания гумуса и общего азота и некоторых других показателей, что вызывает снижение плодородия почв. У органических почв уменьшается мощность торфа, увеличивается степень его разложения и зольность, изменяется химический состав.

Изменения, происходящие в почвах в результате эрозийного воздействия, положены в основу классификации эродированных почв, а также градации почв по степени смытости.

Смытость почвы — величина, обратная противоэрозийной стойкости. Она выражается количеством почвы, смываемой с эталонного участка черного пара при выпадении дождя и эрозийным потенциалом, равным единице (Ларионов, 1984). Запасы гумуса — важнейшая характеристика смытости почв. Так, по М. Н. Заславскому, запас гумуса в слое почвы 0—50 см в несмытых обыкновенных черноземах Молдовы составляет 150—160 т/га, в слабосмытых — 100—120, среднесмытых — 70—80, а в сильносмытых — 50—60 т/га. В эродированных почвах меняется соотношение количества фульвокислот и гуминовых кислот в сторону увеличения первых. Подчеркнем, что критерии смытости почв носят региональный характер. В то же время, на наш взгляд, не потеряла своего практического значения классификация смытых почв С. С. Соболева (1954) (табл. 10).

В качестве показателя эродированности может выступать урожайность культур с разных полей, а также отдельные природные компоненты, имеющие корреляционную связь с эродированностью.

Диагностические признаки смытых (эродированных) почв (по С. С. Соболеву, 1954)

Степень смытости почв	Внешние признаки эродированности	Типы почв		
		черноземы	серые и бурые лесные почвы	дерново-подзолистые почвы
Слабосмытые	По поверхности почвы мелкие струйчатые или ручейковые промоины	Смыто не более половины гор. А. Распахивается укороченный горизонт А	Смыто не более половины гор. А. Распахивается укороченный горизонт А	Смыт частично гор. А (гумусовый). Подпахивается подзолистый горизонт
Среднесмытые	Пашня отличается буроватым оттенком	Смыт более чем наполовину или полностью гор. А. Распахивается или подпахивается гор. В	Смыт больше чем наполовину или полностью гор. А. Распахивается верхняя часть уплотненного горизонта В	Смыт частично или полностью подзолистый горизонт. Распахивается верхняя часть иллювиального горизонта В
Сильносмытые	Пашня отличается бурым цветом, глыбистостью и склонностью образовывать корку	Смыт частично переходный горизонт. Распахивается средняя или нижняя часть переходного горизонта	Смыт частично уплотненный иллювиальный горизонт В. Распахивается средняя или нижняя часть гор. В	Смыт частично иллювиальный горизонт. Распахивается средняя или нижняя часть гор. В

На основании данных о влиянии сельскохозяйственного использования территории и основных природных факторов на интенсивность и форму эрозионных процессов коллективом Института географии РАН под руководством С. И. Сельвестрова предложена общая схема борьбы с эрозией. Вся территория бывшего СССР разбита на 7 фитоклиматических зон, которые явились географической основой для установления региональных систем противоэрозионных мероприятий. Зоны подразделены на горные и равнинные провинции, которые в свою очередь делятся на 42 области. В основу их выделения положен характер сельскохозяйственного использования территории. Далее, области разделены на 92 округа с более однородными условиями.

На базе округов с использованием разработанных шкал количественных признаков, преимущественно климатических показателей, выделено 30 типов мелиоративной направленности, которые указывают на преобладающие формы эрозионных процессов, а следовательно, определяют мелиоративную цель и противоэрозионные мероприятия. Изучена также мелиоративная сложность — соотношение площадей различных видов угодий (пашни, естественных кормовых угодий, леса, многолетних культур). На основании данных соотношения угодий в равнинных и горных поясах выделено 25 типов сложности.

В результате наложения схемы типов сложности на схему направленности образуются районы типов противоэрозионных систем; всего их 72 (рис. 7). Такое районирование дифференцирует территорию по степени направленности эрозионных процессов и мероприятиям противоэрозионной защиты почв.

В 80-е годы эрозиоведами МГУ разработа-

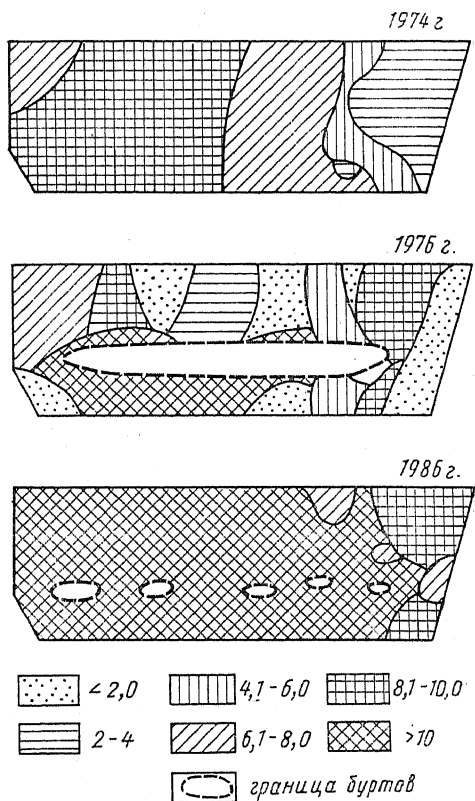


Рис. 7. Картограмма обеспеченности почв обменным калием (мг/100 г почвы) объекта «Западная Березина»

на методика и составлены крупно- и среднемасштабные карты эрозионноопасных земель (Ларионов, 1993). В качестве примера приводим фрагмент экспликации к карте «Эрозионноопасных земель европейской части России» (табл. 11). Подробно методика составления карты изложена в монографии Г. А. Ларионова (1993).

Таблица 11

Фрагмент экспликации карты

Экономические районы и области	Средний смыв, т/га·год	Пашня					Кормовые угодья		
		смыв т/га·год, процент земель со смывом							
		0,5	0,5–2	2–5	5–10	10–20	0,5	0,5–2	2
Саратовская	1,9	17,5	60,0	15,1	5,1	2,3	97,2	2,8	—

II.5. ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

По своему назначению противоэрозионные мероприятия делятся на профилактические, общие и специальные. Первые включают в себя запрещение или ограничение рубки леса, регулирование пастьбы скота на эрозионноопасных участках, сохранение полос леса или участков луга противоэрозионного назначения при освоении новых земель, ограничение их распашки. Хотя эти мероприятия ограничивают освоение и использование новых территорий, однако их применение экономически оправдано.

Система общих мероприятий — это набор мероприятий, обычно применяемых в земледелии, но с противоэрозионной направленностью: обработка почв и посев поперек склона, углубление пахотного слоя, противоэрозионное размещение сельскохозяйственных культур, внесение минеральных и органических удобрений, оструктурирование почв, снегозадержание и некоторые другие.

В систему специальных противоэрозионных мероприятий входят устройство гидротехнических сооружений для регулирования стока, укрепление оврагов, склонов, создание противоэрозионных лесополос, облесение и залужение эродированных земель, применение специальных методов водозадерживающей обработки, посева и посадки сельскохозяйственных культур.

По характеру проведения все мероприятия, имеющие противоэрозионное направление, можно разделить на: агротехнические, лесомелиоративные, гидротехнические и организационно-хозяйственные.

Агротехнические противоэрозионные мероприятия имеют широкое распространение, так как они наиболее просты, не требуют значительных затрат, дают положительный результат уже в год их применения и доступны практически всем хозяй-

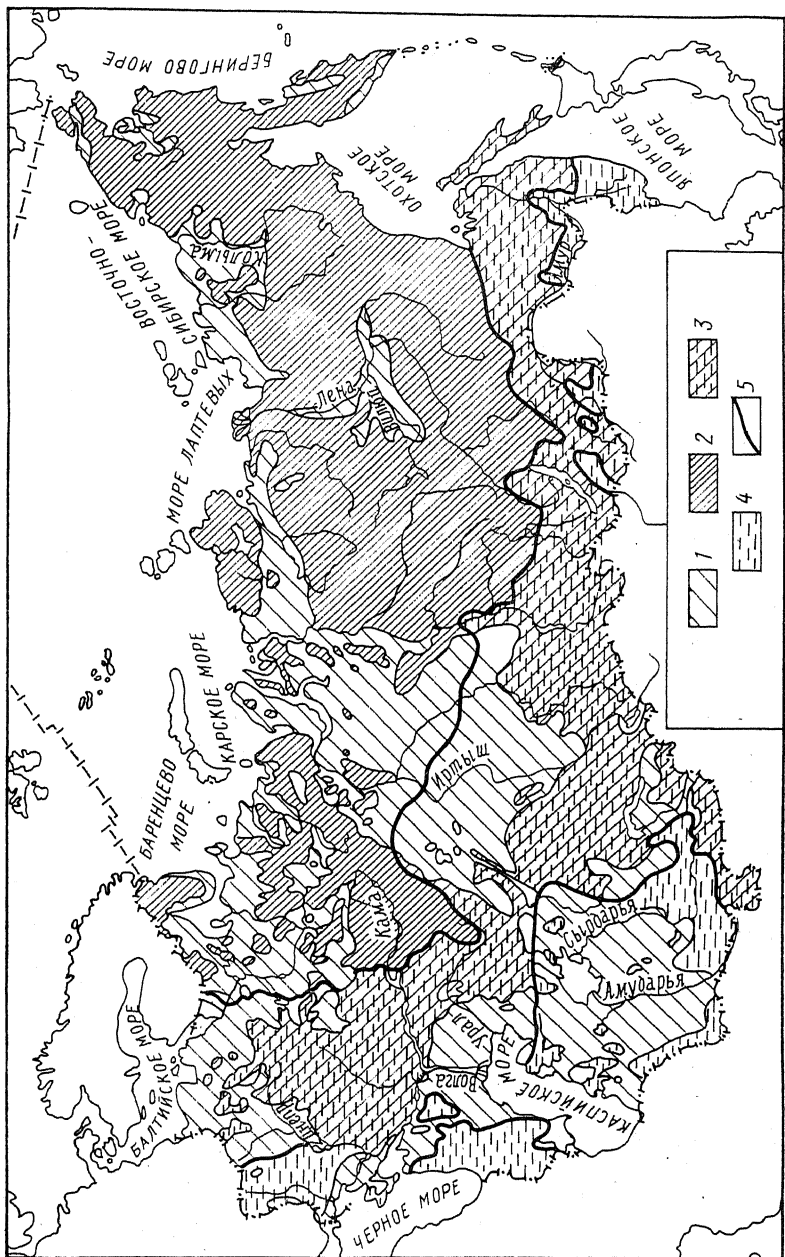


Рис. 8. Эрозионноопасные земли на территории СССР (Заславский, 1983): 1 — незерозннопасные и весьма слабо эрозионноопасные; 2 — зоны возможного проявления эрозии от стока дождевых вод; 5 — границы зон

ствам. Кроме того, эффективность агротехнических мероприятий довольно высокая в связи с тем, что эрозия развивается преимущественно на пахотных землях. Агротехнические меры борьбы с эрозией почв включают следующие приемы: противоэрозионную обработку почв, введение специальных противоэрозионных севооборотов, воздействие на почву путем внесения минеральных и органических удобрений и некоторые другие. Противоэрозионная обработка почв направлена на сокращение объема поверхностного стока путем создания условий для его поглощения на месте выпадения осадков. Этому способствует обработка почвы и посев сельскохозяйственных культур по направлению, параллельному горизонталям рельефа, вспашка с одновременным рыхлением подпахотного горизонта (глубокая вспашка), безотвальная обработка почв, обработка, создающая нанорельеф поверхности (бороздование, лункование, волкование) и некоторые другие приемы.

Путем соблюдения противоэрозионного направления обработки почв достигается сохранение содержания в них гумуса, питательных веществ, улучшаются водный и тепловой режимы, а урожайность сельскохозяйственных культур увеличивается на 10—15%. Глубокая вспашка и рельефообразующая обработка увеличивают влагопоглощение почвы, способствуют удлинению периода впитывания воды, уменьшают скорость течения воды по склону, в результате смыв почвы сокращается в 3—5 раз. Такие мероприятия, как лункование, бороздование и волкование дают наибольший эффект в условиях крутых и сложных склонов, где другие мероприятия оказываются малоприменимы. Безотвальная обработка почв в условиях сложного рельефа, кроме того, способствует сохранению стерни, что вызывает накопление снега и более равномерное его распределение по поверхности и сокращает глубину промерзания почвы.

Возможность применения различных приемов противоэрозионной обработки почв и их эффективность определяются комплексом геоморфологических, биоклиматических, гидрологических и других географических факторов.

Наиболее эффективными агротехническими мероприятиями, применяемыми против дефляции на мелиорированных торфяно-болотных почвах, являются: сев яровых зерновых культур в ранние сроки, послепосевное прикатывание почвы специальными катками, посев зерновых культур перекрестным способом и широкое применение подпосевных и промежуточных культур. Эти приемы значительно сокращают или же вообще ликвидируют процесс переноса почвы ветром, так как увеличивается продолжительность покрытости почвы растительностью и снижается скорость ветра в приземном слое воздуха до эрозионно неопасной. На дерново-подзолистых песчаных почвах интенсивность дефляции сокращается путем проведения обработки почв поперек господствующих ветров, регулирования глубины

вспашки, сева яровых зерновых культур в ранние сроки, заправки почвы полной дозой органо-минеральных удобрений и других приемов. Кроме того, высокое противозерозионное действие оказывает здесь мульчирование почвы органическими удобрениями. Наибольший почвозащитный эффект получается при внесении навоза в чистом виде или торфо-навозных ком-постов дозами в пределах 60 т/га. Перенос песчаной почвы при этом прекращается из-за образующейся шероховатой поверхности, которая снижает скорость ветра в приземном слое воздуха до эрозионно неопасной.

Роль почвозащитных севооборотов заключается в том, что в результате правильного сочетания сельскохозяйственных культур можно резко сократить развитие дефляционных процессов. Это достигается путем отведения значительного места (до 70%) в севообороте многолетним травам и исключением пропашных культур. Большое значение имеет включение в севообороты промежуточных (пожнивных, подсевных) культур, которые вызывают длительное покрытие почв растительностью, в наиболее эрозионно опасные периоды года. Состав культур севооборотов, используемых для защиты от дефляции на мелиорированных торфяно-болотных почвах, определяются мощностью торфа. Наиболее дефляционно-опасными считаются маломощные торфяники (слой торфа менее 1 м). Они отводятся под зерно-травянистые почвозащитные севообороты, в структуре которых четыре поля занимают под многолетние травы и два — под зерновые культуры. Дерново-подзолистые песчаные почвы, среднеподверженные дефляции, используются в сидеральных почвозащитных севооборотах, площадь сидеритов в которых колеблется от 30 до 50% и зависит от степени эрозионной опасности почв. Эффективность почвозащитных севооборотов может быть повышена за счет увеличения норм высева семян подсевных, пожнивных и поукосных культур, а также при возделывании многолетних люпинов.

При разработке противозерозионных мероприятий на мелиорированных торфяно-болотных почвах особое место уделяется сохранению органического вещества. Это вызвано тем, что при использовании таких почв минерализация органики значительно превышает процессы аккумуляции под всеми сельскохозяйственными культурами. Даже под многолетними травами за счет корневых и пожнивных остатков компенсируется не более 50% разрушенного вещества, под зерновыми — 20—25%, под пропашными — около 15%. Основными мероприятиями, предотвращающими чрезмерное разрушение торфа, являются двустороннее регулирование водно-воздушного режима мелиорированных почв, строгая регламентация размещения сельскохозяйственных культур в зависимости от мощности торфа и других местных условий и т. д. Для сохранения торфа многолетние травы имеют ряд преимуществ перед другими культурами. Они не только меньше разрушают органического ве-

щества, но и на образование единицы продукции (в пересчете на протеин) у них разрушается торфа меньше, чем под другими сельскохозяйственными культурами при прочих равных условиях.

Фитомелиоративные мероприятия являются важнейшими противоэрозионными мероприятиями¹. К ним относятся использование древесной, кустарниковой и травянистой растительности. Их мелиорирующее действие отличается большой разносторонностью. Это снижение скорости ветра, накопление снега и регулирование его таяния, увеличение запасов влаги в почве, уменьшение испарения, создание более благоприятного для сельскохозяйственных растений микроклимата, закрепление поверхности почв, улучшение их физико-механических свойств и т. д. Например, коэффициент поверхностного стока на поле в весенний период составляет от 0,50 до 0,9—0,96, в лесу же он равен 0,01—0,04. Более интенсивно происходит процесс трансформации поверхностного стока в подземный, сокращается непродуктивный расход влаги из почвы.

Посадка древесно-кустарниковой растительности может проводиться несколькими способами. На участках, не пригодных для сельскохозяйственного использования, применяют сплошное лесонасаждение (массивные лесные насаждения); при необходимости защиты полей от дефляции и овражной эрозии проводится посадка лесополос; для закрепления развеваемых песков используют посадку кустарниковой растительности и травосеяние. Массивные лесные насаждения необходимы при освоении подвижных песков и других бросовых земель.

При проектировании лесомелиораций для борьбы с овражной эрозией предусматриваются приовражные лесные полосы. Приовражные лесокустарниковые полосы размещают вдоль затухших и действующих оврагов на расстоянии около 3 м от бровки. Ширина полосы зависит от интенсивности развития овражных процессов, пересеченности рельефа и других факторов и изменяется от 5 до 30 м. В малолесных районах, природные условия которых создают опасность для развития эрозии почвенного покрова, полезащитные лесные полосы располагают преимущественно по границам полей севооборотов. Основные лесополосы размещают перпендикулярно направлению преобладающих ветров (с отклонением направления не более 30°), шириной 10—20 м, на расстоянии до 600 м друг от друга. Кроме того, размещают вспомогательные полосы, которые ориентированы перпендикулярно основным.

При проведении противоэрозионных мероприятий на песчаных почвах главное назначение лесокустарниковых посадок — предотвратить подвижность песков; закрепить их посевами трав с тем, чтобы способствовать образованию дернового и перегнойного горизонтов и улучшить водно-воздушный режим.

¹ Подробно о фитомелиорации см. гл. IV.

При закреплении песков путем травосеяния применяют растения-псаммофиты (песколюбы), которые произрастают на песках и обладают способностью закреплять песчаный субстрат.

В условиях Нечерноземья основной породой для проведения противодефляционных мероприятий на песчаных почвах является сосна обыкновенная. Возможно также применение березы бородавчатой, дуба, а также можжевельника и некоторых листовых кустарников (ивы остролистой, акации желтой, жимолости татарской и др.).

Облесение песков, склонных к развеванию, проводится после их предварительного закрепления путем шелюгования, или же механического приостановления их передвижения (через 2—3 года).

Лесомелиоративные противодефляционные мероприятия в последнее время начали широко применяться на осушенных торфяно-болотных почвах, используемых как в полевых, так и в лугово-пастбищных севооборотах. Согласно рекомендациям по содержанию и выращиванию лесных полевых защитных полос на осушенных торфяниках, основные лесные полосы создаются на границе полей, ооконтуренных магистральными и другими каналами, и ориентируются перпендикулярно преобладающему направлению ветров.

Противодефляционные лесные полосы целесообразно размещать вдоль дорог и осушительной сети с тем, чтобы не препятствовать проведению сельскохозяйственных работ и эксплуатации мелиоративных сооружений. Считается, что наиболее пригодными для противодефляционных целей являются трех-пятирядные продуваемые полосы, состоящие из высокоствольных древесных пород, деревьев второго и третьего ярусов и мелких кустарников. Расстояние между рядами находится в пределах 1,5—2,0 м, а ширина полосы зависит от скорости ветров и степени дефлированности территории. В лесных полосах для проезда сельскохозяйственной техники через 400—600 м делаются разрывы шириной 6—8 м.

Породы древесно-кустарниковой растительности для полевых защитных полос подбираются с учетом их требований к почвенно-экологическим условиям. На мелкозалежных торфяно-болотных почвах (слой торфа менее 50 см) лучше себя чувствуют тополь, береза бородавчатая, сосна и ель. На торфяниках с мощностью торфа более 50 см — осина, береза бородавчатая, тополь канадский, тополь волосистоплодный, береза пушистая, ель, рябина, ива козья и серая и некоторые другие виды.

При проведении осушительных и культуртехнических мелиораций важно заблаговременно предусмотреть участки лесокустарниковой растительности, не подлежащие сведению в противозрозионных целях. Не следует сводить лес на песчаных буграх, вдоль берегов водотоков и водоемов. Целесообразно оставлять группы деревьев и кустарников для сохранения видового разнообразия птиц. Проект размещения лесных полос целесо-

образно составлять одновременно с проектированием осушительной сети, приурочивая оставляемые растительные полосы к магистральным каналам, дорогам, границам полей и т. д.

Гидротехнические противозрозионные сооружения являются одними из самых высокоэффективных и быстродействующих по сравнению с другими. Они делятся на следующие виды: сооружения на водосборной площади, головные овражные, донные и русловые. Сооружения на водосборной площади предназначены для сокращения или полной ликвидации поверхностного стока путем трансформации его в подземный. Наиболее распространенными являются: горизонтальные валы-террасы, наклонные валы-террасы, водозадерживающие валы, водоотводящие валы и каналы.

Горизонтальные валы-террасы строят перпендикулярно направлению поверхностного стока на границах полей при уклонах не более 6° . Валы-террасы располагают параллельно друг другу. Они имеют высоту от 30 до 60 см при ширине основания 3—7 м. Горизонтальные валы-террасы рекомендуются для территорий с недостаточным или умеренным увлажнением.

Наклонные валы-террасы предназначены для частичного сброса воды в безопасные для размыва места. Они устраиваются под небольшим углом к горизонталям и имеют параметры, близкие к горизонтальным валам. Наклонные валы-террасы применяются в условиях избыточного увлажнения и тяжелого механического состава почв.

Водозадерживающие валы предназначены для остановки роста оврагов и защиты склонов водосбора от интенсивного размыва. Валы располагаются выше оврагов и имеют высоту до 2 м, ширину по верху 0,7—2,5 м, по основанию — до 10 м, длину не более 400—500 м. Они дугообразно охватывают вершину оврага и задерживают практически весь сток, идущий в овраг. Валы могут эффективно использоваться при крутизне склонов не более 6° . Если сооружается несколько рядов водозадерживающих валов, то предусматривается строительство водосливов. Поверхность самих валов, и особенно водосливов, тщательно закрепляется посевами многолетних трав или дерном.

Для обеспечения сброса поверхностного стока применяются водоотводящие валы и нагорные каналы, строящиеся вдоль оврагов с большим числом вершин, вдоль дорог, водоемов, населенных пунктов и других объектов, требующих защиты от размывания.

Для рассредоточения концентрированного водного потока используются также распылители стока. Это земляные сооружения в виде валиков высотой в пределах 0,3—0,5 м, расположенные в ложбине стока, на полевых дорогах и других местах сосредоточения стока, под углом к направлению оси водотока.

Сооружения на вершинах оврагов предназначены для задерживания развития и роста вершины оврага путем транспор-

тировки водного потока с высоких отметок на более низкие по неразмываемому руслу. Среди головных сооружений выделяют перепады, консоли, быстротоки и трубы.

Перепады — ступенчатые сооружения из железобетона, дерева, фашины, камня и других материалов, строящиеся на вершинах глубоких оврагов. Вода, попадая со ступени на ступень, теряет скорость и разрушительную силу. Консольные перепады, в отличие от ступенчатых, состоят из входа, быстротока и консоли. Вода, попадая из консоли вниз, при соприкосновении с грунтом образует воронку размыва. Поэтому консольные перепады не рекомендуется строить на грунтах, легко поддающихся размыванию. Для гашения избыточной энергии потока устраиваются водобойные колодцы.

Быстротоки и трубы — сооружения, применяемые для предотвращения роста оврагов, в которых вода движется непрерываясь от них на всем протяжении. Для гашения скорости по ходу водного потока прибегают к созданию искусственной шероховатости на водоскате. На выходе из быстротоков и труб также сооружаются водобойные колодцы и другие гасители.

Донные и русловые противозрозионные сооружения предназначены для уменьшения скорости потока, предотвращения углубления дна оврага и задержания продуктов разрушения. Наиболее широко в практике применяются такие типы донных сооружений, как запруды, донные перепады и плотины. Запруды могут создаваться на всем протяжении дна оврага. Они сооружаются из железобетона, хвороста, камня и других материалов. Часто строятся земляные запруды. Наиболее долговечны железобетонные запруды. Задерживая наносы, запруды способствуют формированию дна оврага в виде системы горизонтальных площадок, которые покрываются древесно-кустарниковой растительностью и тем самым надежно закрываются как дно, так и откосы оврагов.

Расстояние между запрудами и их высота определяются с учетом расхода воды, поступающей в овраг, величины уклона дна оврага, характера грунтов и других особенностей.

Путем строительства плотин в овражно-балочной сети возможно создание прудов, которые стабилизируют местный базис эрозии, приостанавливают разрушение дна и откосов оврагов; сами же пруды могут использоваться для хозяйственных нужд. Откосы оврагов и балок можно закреплять дерном, посевом многолетних трав и хворостом. Применяется также террасирование откосов, а затем посадка лесокустарниковой растительности.

Противозрозионная организация территории — это правильное размещение населенных пунктов, дорог, отдельных угодий, рациональное соотношение площадей сельскохозяйственных угодий, лесных массивов, правильное распределение угодий по элементам рельефа, т. е. комплекс всех противозрозионных мероприятий, разработанных на основе всестороннего учета осо-

бенностей природных и экономических условий данной территории. Эти мероприятия включаются в проекты внутрихозяйственного землеустройства, составляемые в настоящее время для колхозов и совхозов, на угодьях которых зафиксированы эрозионные процессы или имеются эрозионно опасные земли.

Проекты внутрихозяйственного землеустройства базируются на топографической основе масштаба 1:10 000 с применением почвенной карты, карты растительности, карты полей севооборотов и картограммы эродированности земель и ландшафтной карты.

На территории хозяйств, охваченных проектами, предусматриваются размещение и трансформация сельскохозяйственных угодий; из оборота пашни исключаются сильноэродированные участки и отводятся под залужение или облесение; выделяются эрозионно опасные участки, для которых рекомендуются профилактические противоэрозионные мероприятия; для участков, подверженных эрозии, в зависимости от категории эродированных земель, рекомендуются необходимые агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические противоэрозионные мероприятия.

При реализации проектов внутрихозяйственного землеустройства с противоэрозионными мероприятиями большое внимание уделяется рациональной структуре посевных площадей, а при необходимости корректируется или полностью изменяется специализация хозяйства.

Таким образом, комплекс мероприятий, включенных в проект внутрихозяйственного противоэрозионного землеустройства, направлен не только на прекращение развития эрозии, но и на ликвидацию вызывающих ее причин.

II.6. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ

Суммарная площадь нарушенных земель всех типов, за исключением сельскохозяйственного, на начало 1989 г. составляла в СССР 1,9 млн га. Из них полностью обработанных — 0,7 млн га. Для РФ эти цифры равнялись соответственно — 1,18 и 0,42 млн га.

К нарушенным землям относятся выработки торфа, карьеры, отвалы, траншеи, отстойники и хвостохранилища обогатительных фабрик, трассы трубопроводов, водоводов и канализационных коллекторов, площадки буровых скважин, промышленные площадки и транспортные коммуникации ликвидированных предприятий, загрязненные земли на нефтяных и других месторождениях, а также деформированные поверхности шахтных полей (провалы, оседания) и др.

К обработанным относятся нарушенные земли, надобность в которых у предприятий отпала в связи с завершением разработки полезных ископаемых, формирования отвалов, извлечения из них ценных попутных компонентов, а также геологораз-

ведочных, строительных и иных работ, связанных с нарушением почвенного и растительного покрова.

Техногенные ландшафты, образующиеся на месте нарушенных и обработанных земель, как правило, не обладают способностью к самовосстановлению. Если же эта способность сохранена, то на восстановление естественным путем необходимы десятки или сотни лет. В связи с тем, что любое цивилизованное общество не может допустить выбытия на длительный срок из производства столь огромных площадей (заметим, что 2/3 нарушенных и обработанных земель расположены в наиболее освоенных и благоприятных для сельского хозяйства районах СНГ — КМА, Подмосковский буроугольный бассейн, Никопольский марганцово-рудный бассейн и т. д.), встала проблема их восстановления.

Рекультивация ландшафтов (лат. recultivo, где re — приставка, означающая повторность, возобновление и cultivo — обрабатываю, возделываю) — комплекс организационных, инженерно-технических и биологических мероприятий, направленных на восстановление хозяйственной (производственной), медико-биологической и эстетической ценностей нарушенных ландшафтов (Географический энциклопедический словарь, 1988, с. 264). При этом ставится задача не только восстановления прежнего потенциала ландшафта, его исходной биологической и сельскохозяйственной продуктивности, но создания оптимального ландшафта, успешно выполняющего ресурсовоспроизводящие, средовоспроизводящие и природоохранные функции.

Рекультивированными считаются земли, приведенные в состояние, пригодное для использования в народном хозяйстве, и переданные землепользователям по актам в соответствии с действующим порядком передачи рекультивированных земель предприятиями, организациями и другими землепользователями, разрабатывающими месторождения полезных ископаемых, — проводящими геологоразведочные, строительные, изыскательские, сельскохозяйственные и иные виды работ.

Первый опыт рекультивации нарушенных промышленностью ландшафтов осуществлен еще в середине XIX в. в Германии, а в начале нашего столетия — в Англии и США. В ФРГ, Франции, Дании, Бельгии, Польше, Италии и других европейских странах получила широкое распространение лесная рекультивация — озеленение терриконов угольных шахт и карьеров строительных материалов. Огромным естественным полигоном по разработке теоретических и практических вопросов рекультивации стали Рурский и Рейнский угольные бассейны. В США лесная рекультивация также получила широкое распространение. Созданы леса рекреационного назначения. Значительный опыт рекультивации ландшафтов накоплен в Канаде, Австрии, Чехии и других странах.

Научные исследования и практические работы по восстановлению земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых

(торфа, угля, металла, строительных материалов), получили развитие в РФ только в 60-е годы. Полигонами, экспериментальными и практическими работ служили техногенные ландшафты КМА, Подмосквовного бурогольного бассейна, угольные и железорудные месторождения Кузбасса и Урала, а также отработанные торфяники.

В 70-е годы появились первые обобщающие работы по рекультивации ландшафтов в СССР (Бекаревич и др., 1971; Горбунов и др., 1973; Зайцев и др., 1977; Лазарева, 1972; Моторина и Овчинников, 1975; Федосеева, 1973; и др.). Была разработана типология техногенных ландшафтов и технологическая классификация нарушенных земель.

К началу 1989 г. в СССР было рекультивировано 1,71 млн га нарушенных земель, из которых под пашню использовалось 0,464 млн га (Охрана окружающей среды. Статистический сборник. М., 1989).

Рекультивация земель осуществляется обычно в несколько этапов и подэтапов. Л. В. Моторина выделяет три основных. Первый — подготовительный. Он включает в себя обследование и типизацию нарушенных земель, изучение специфики их природных условий (геологического строения, состава пород, пригодности их к биологической рекультивации и другим видам использования, прогноз динамики гидрогеологических условий), определение направлений рекультивации и целевого использования рекультивируемых земель, установление требований к последующим этапам рекультивации; составление технико-экономического обоснования и рабочих проектов и планов.

Второй этап — горнотехнический. Он включает мероприятия, направленные на подготовку территории к дальнейшему использованию. Сюда входит планировка поверхности, формирование плодородного слоя почвы на спланированную поверхность, проложение необходимых дорог, каналов, коллекторно-дренажной сети, создание ложа водоема и т. д. Конечная стадия этого этапа — укладка на выровненную поверхность плодородного слоя почвы мощностью 0,3—0,5 м для сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования.

Третий, биологический, этап — это комплекс мероприятий сельскохозяйственного, лесохозяйственного, рыбохозяйственного и других назначений по восстановлению плодородия почв и продуктивности ландшафта. Он объединяет обработку нанесенного слоя почвы, внесение удобрений, посев сельскохозяйственных культур и зарыбление малых водоемов.

Общая продолжительность периода, в течение которого осуществляется весь комплекс рекультивационных работ, составляет десять лет и более. Л. В. Моторина указывает на основные направления рекультивации техногенных ландшафтов в зависимости от последующего целевого использования.

1. Сельскохозяйственное: создание на нарушенных землях пашни, садов, лугов и пастбищ.

2. Лесохозяйственное: создание лесонасаждений целевого назначения (почвозащитных, водоохраных и т. д.), эксплуатационного значения, лесопарков для рекреационного использования.

3. Профилактическое (озеленительное и санитарно-гигиеническое): озеленение и консервация отвалов, загрязняющих окружающую природную среду, озеленение промышленных площадок и т. д.

4. Создание водоемов различного назначения (водорегулирующих бассейнов, водохранилищ, спортивных бассейнов, прудов для разведения рыбы, дичи и т. д.).

5. Жилищное и капитальное строительство на нарушенных территориях.

Все указанные направления взаимосвязаны и чаще всего осуществляются одновременно в процессе оптимизации нарушенных ландшафтов. Объектом рекультивации выступают прежде всего горнопромышленные ландшафты. Их классификация предпринята Б. П. Колесниковым, Л. В. Моториной, Ф. Н. Мильковым, В. И. Федотовым и др.

По характеру технологий, обуславливающих происхождение техногенных ландшафтов (комплексов), В. И. Федотовым (1985) выделено пять генетических типов.

1. Карьерно-отвальные ландшафты. Их происхождение связано с открытым способом добычи полезных ископаемых. Состоят из карьерной и отвальной частей, соотношение которых неоднозначно. В одних случаях карьерно-отвальные ландшафты представляют собой сопряженные парагенетические образования «карьер-отвал», а в других — взаимосвязей между карьером и отвалом нет («разорванный» вариант).

2. Торфяно-карьерные ландшафты. Возникают на месте разработок торфяных месторождений машинно-формовочным или фрезерным способом. Этот тип ландшафта отличает довольно строгая приуроченность к пойменному, надпойменно-террасовому и долинному типам местности. В структуре торфяно-карьерного ландшафта чередуются торфяные болота на месте выработанного торфяника, сухие траншейные выемки, луговые и лугово-болотные пустоши с фрагментами первичных болотных комплексов и мелколиственные леса.

3. Држно-отвальные ландшафты. Распространены преимущественно в речных долинах Урала и Сибири, где велась и ведется добыча цветных металлов дражным способом.

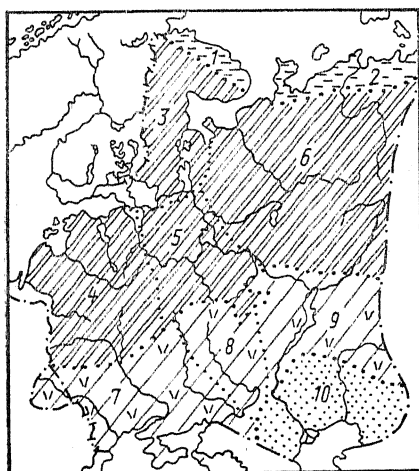
4. Шахтные просадочно-терриконниковые ландшафты. Образуются при подземном способе добычи полезных ископаемых. По морфологии и морфометрическим показателям шахтно-терриконниковые комплексы мало отличаются от окружающих их природных. При подземной технологии горных работ нарушения в ландшафтах связаны с частичным изменением режима подземных вод и минеральной массы ландшафта по линиям горных выработок.

5. Экстрактивные ландшафты (лат. extra — извлеченный). Образуются на месте концентрации твердых отходов предприятий перерабатывающей промышленности. Включают золоотвалы, шламо-шлакоприемники, хвостохранилища и т. д. Их отличает аккумулятивный выровненный рельеф, однородность физического состава субстрата, нередко токсичность грунтов.

Рекультивации подлежат не только горнопромышленные ландшафты. Нуждаются в ней и земли, нарушенные мелиоративным строительством, а также малопродуктивные эродированные земли. Указанные типы земель относятся к классу сельскохозяйственных антропогенных ландшафтов.

При обосновании и проведении работ по рекультивации, в особенности ее биологического этапа, необходим учет зональных и азональных факторов. Проблему рекультивационного районирования разрабатывали Г. А. Зайцев, Л. В. Моторина, А. И. Лукьянец, Т. П. Федосеева, В. И. Федотов и др. По мнению В. И. Федотова, сущность рекультивационного районирования заключается в том, чтобы выявить относительно однородные территории, характеризующиеся общностью техногенных и биоклиматических особенностей и требующие сходных методов рекультивации.

В. И. Федотовым составлена обзорная карта рекультивационного районирования Русской равнины (рис. 9), на которой выделены рекультивационная зона и рекультивационный округ.



I II III IV

1-10 V VI VII VIII

Рис. 9. Рекультивационное районирование Восточно-Европейской равнины. I. Тундровая рекультивационная зона с округами: 1 — Кольским, 2 — Беломоро-Печорским; II. Лесная рекультивационная зона с округами: 3 — Карельским, 4 — Белорусско-Прибалтийским, 5 — Верхневолжским, 6 — Северодвинским; III. Степная рекультивационная зона с округами: 7 — Украинским; 8 — Среднерусским, 9 — Средневолжским; IV. Пустынная рекультивационная зона с рекультивационным округом: 10 — Прикаспийским; V. Рекультивационные округа; VI. Границы Восточно-Европейской равнины; VII. Границы рекультивационных зон; VIII. Границы округов

Рекультивационная зона (РЗ) — высшая таксономическая единица районирования. Характеризуется преобладанием како-

го-либо одного класса культурного ландшафта, образующегося на месте техногенных комплексов в процессе рекультивации. При обосновании рекультивационной зоны должны быть учтены: зонально-географические особенности (биоклиматические) и литолого-петрографические свойства ландшафтов, а также сложившаяся специфика хозяйственного освоения природных зон. Выделено четыре рекультивационные зоны: тундровая, лесная, степная и пустынная.

Внутри зон показаны рекультивационные округа (РО), границы которых близко совпадают с границами месторождений или бассейнов полезных ископаемых, находящихся в относительно схожих физико-географических условиях. По площади РО обычно больше физико-географических провинций. Они отличаются друг от друга видами добываемого сырья, технологией работ, особенностями гидрологического режима и петрографического состава грунтов.

На территории Русской равнины В. И. Федотовым отмечено десять рекультивационных округов.

Тундровая РЗ. Кольский РО. Доминируют горнопромышленные ландшафты, возникновение которых связано с добычей и переработкой цветных металлов. В зоне влияния горно-металлургического комбината преобладают обнаженные карьерно-отвалы и техногенные токсичные геохимические комплексы. Фрагментами распространены рекультивированные лугово-мелиоративные комплексы. Беломоро-Печорский РО. Образование связано с подземной добычей каменного угля и разработкой месторождений нефти и газа.

Лесная РЗ. Белорусско-Прибалтийский РО. Горнопромышленные ландшафты образуются при добыче и переработке сланцев, торфа, нерудного сырья и руд цветных металлов и при разработке торфяников. Основу структуры данного округа составляют карьерно-отвалы-пустошные комплексы, карьерно-озерные, выработанные торфяные поля и золоотвалы. Верхневолжский РО. Происхождение горнопромышленных ландшафтов здесь преимущественно связано с добычей торфа, фосфоритов и строительного материала. Развиты карьерно-озерно-болотные, карьерно-отвалы-пустошные комплексы и каменоломенные бедленды. Карельский РО. Развитие получили каменисто-пустошные карьерно-отвалы ландшафты. Их появление связано с добычей нерудного сырья, железных руд и торфа. Северодвинский РО. Распространены карьерно-озерно-пустошные горнопромышленные ландшафты.

Степная РЗ. Украинский РО. Генезис горнопромышленных ландшафтов сложен и разнообразен. Связан с добычей железных руд, угля, нерудного сырья, марганца и разработкой нефтегазоносных месторождений. Карьерно-отвалы-пустошные комплексы чередуются с сельскохозяйственными, лесокультурными и рекреационными рекультивированными комплексами. Среднерусский лесостепной РО. Горнопромыш-

ленные ландшафты формируются в результате разработки месторождений железных руд, угля и нерудного сырья. Распространены карьерно-отвалы, обнаженно-пустошные, лесопустошные, карьерно-озерные, провальнo-псевдокарстовые комплексы и терриконники. Средневолжский Р.О. Происхождение антропогенных ландшафтов связано с нефтегазодобычей и добычей нерудного сырья. Карьерно-отвалы пустошные комплексы сочетаются с фрагментами рекультивированных комплексов.

Пустынная РЗ. Прикаспийский Р.О. Техногенные комплексы фрагментарно рассеяны по всей территории с преобладанием газодобывающих. Внутри рекультивационного округа В. И. Федотов выделяет *рекультивационные районы (РР)*. Границы РР обычно совпадают с границами геологических районов. Картографическое отображение РР возможно в масштабе 1 : 50 000—1 : 500 000. РР отличаются друг от друга технологией промышленного освоения природных ресурсов, спектром морфологической структуры ландшафтов, общностью образующихся грунтосмесей, характером увлажнения, направлением и сроками восстановления биогеоценозов.

Рекультивационный массив (РМ) — низшая таксономическая единица рекультивационного районирования. Это единый и далее неделимый антропогенный комплекс. Он отличается генетическим единством, обусловленным добычей и переработкой одного какого-либо вида сырья. Основу структуры РМ составляют бывшие ранее однотипные виды ландшафтов, нарушенные единой технологией антропогенного преобразования. При завершении рекультивационных работ на территории РМ образуются ареалы с каким-либо одним видом освоения (полевым, садовым, прудово-озерным, лесопарковым и т. д.).

Для обоснования и проектирования рекультивационных работ одного районирования недостаточно. Необходимо составление крупномасштабной карты нарушенных ландшафтов на типологической основе.

При выборе направления рекультивации необходимо учитывать следующие свойства и характеристики ПТК и региона в целом:

природные условия (климат, почвы, геолого-геоморфологическое строение, зональную структуру растительности);

состояние нарушенных земель к моменту рекультивации (морфометрию техногенного рельефа, степень естественного зарастания, устойчивость склонов и т. д.);

минералогический состав, водно-физические и физико-химические свойства горных пород и почв;

агрохимические свойства почвогрунтов с оценкой их по степени биологической пригодности к рекультивации;

инженерно-геологические и гидрогеологические особенности; хозяйственные, социально-экономические и санитарные условия;

срок службы рекультивированных земель (возможность повторных нарушений и их периодичность).

Все указанные характеристики не могут быть вынесены на крупномасштабную карту техногенных горнопромышленных ландшафтов, но они должны присутствовать либо в тексте расширенной легенды, либо в пояснительной записке к карте, которую следует рассматривать как составную часть проекта рекультивации.

Приемы рекультивации земель изложены в обзоре Р. П. Скопиной и Е. П. Панова (1984). В настоящее время для горно-технической рекультивации используют, как правило, технологические процессы и оборудование, применяемые на горнодобывающих предприятиях. Это совмещенные, отдельные и комбинированные схемы рекультивации. Сущность совмещенной схемы рекультивации заключается в том, что технический этап выполняется горным и транспортным оборудованием в основном технологическом процессе ведения горных работ. Отдельная схема предусматривает проведение автономных технических работ. Совмещенные схемы рекультивации применяют при бестранспортной, транспортно-отвальной и транспортной системах разработки. Используют карьерные экскаваторы, средства автомобильного, железнодорожного и конвейерного транспорта, отвалообразователи, бульдозеры, скреперы, грейдеры и канавокопатели.

Приемы рекультивации земель во многом определяются ее функциональной направленностью и типом нарушенных земель. Так, лесное направление, по данным А. Г. Зайцева и др. (1977), предусматривает формирование ровной поверхности с уклоном 1—2° для пород легкого механического состава и до 5° — для пород тяжелого механического состава. Борты невысоких отвалов выколаживаются так, чтобы крутизна их не превышала 15—18°. Отметки спланированной поверхности внутренних отвалов во избежание заболачивания должны быть не меньше, чем на 1—2 м выше постоянного уровня грунтовых вод, существовавшего до начала разработки карьерного поля.

При рекультивации выработанных торфяников для использования в сельском хозяйстве они должны быть очищены от древесины. Водопроницающая и осушительная сеть должна обеспечить норму осушения. Мощность остаточного слоя торфа для использования под сельскохозяйственные угодья должна быть не менее 0,50—0,75 м, под лесонасаждения — не менее 0,3 м, прудорыбные хозяйства и для других целей — 0,15 м.

При проведении рекультивации сельскохозяйственного направления мощность гумусированного почвенного слоя должна быть не менее 30—60 см. Внесение минеральных и органических удобрений способствует восстановлению плодородия почв. Нормы удобрений дифференцированы с учетом генетического строения почв и грунтов, а также биологических особенностей полевых культур и агротехнических приемов их возделывания.

Разовое внесение органических удобрений в подпахотный слой при рекультивации земель, нарушенных мелиоративным строительством, составляет при низком уровне плодородия почв 30—45 т/га, при среднем — 20—30, а при высоком — 15—20 т/га. При рекультивации выработанных торфяников для дальнейшего их сельскохозяйственного производства дозы минеральных и органических удобрений установлены с учетом особенностей агрохимических свойств почв и требований возделываемой культуры (табл. 12). Там, где установлено недостаточное содержание микроэлементов в почве, рекомендуется вносить медные, борные и молибденовые удобрения.

Накоплен богатый опыт применения минеральных удобрений при лесохозяйственном направлении рекультивации (КМА, Подмосковский буроугольный бассейн). Дозы внесения удобрений зависят от характера почво-грунтов и лесообразующих пород. Так, по данным И. В. Трещевского (1978), проводившего многолетние исследования на Лебединском и Михайловском карьерах КМА, азотные туки вызывают значительное повышение энергии роста всех древесных пород с первого вегетационного периода; оптимальной оказалась доза 70 кг действующего вещества на 1 га (д. в./га). Фосфорные и калийные удобрения в дозах 35—70 и 20—40 кг д. в./га в год внесения вызывают слабое увеличение или депрессию в росте культур, на второй и третий год они заметно увеличивают свой прирост. Лучшим способом применения удобрения в год посадки лесных культур является внесение полного удобрения в лесопосадочную борозду в количестве: N — 4,4 кг д. в./га; P₂O₅ — 5,1; K₂O — 2,5 кг д. в./га. Увеличение дозы удобрения дает отрицательный результат (Лесная рекультивация..., 1978). На келловейской глине Михайловского месторождения КМА внутрипочвенное внесение удобрений положительных результатов не дает. Более эффективным оказалось поверхностное рядковое внесение полного удобрения (N — 35; P₂O₅ и K₂O — 20 кг д. в./га) в 1—2-летних культурах акации белой, березы, дуба, клена, лоха и тополя. Эффективность внесения удобрений значительно повышается при осеннем внесении и на предварительно вспаханных участках. Наиболее отзывчивы на удобрения быстрорастущие породы.

Биологический этап рекультивации включает посадку многолетних трав с целью дальнейшего пастбищного сенокосного или земледельческого использования (под пропашные культуры), а также посадку древесных и кустарниковых пород.

Подбор древесных пород необходимо осуществлять в соответствии с зональными физико-географическими условиями, с учетом биологической пригодности грунтов. Л. П. Баранник оценил в баллах биоэкологические свойства древесных пород: морозоустойчивость, засухоустойчивость, требовательность к почвенному плодородию, быстроту их роста и др.

Выявлена группа пионерных видов, поселяющихся на отва-

Таблица 12

Рекомендуемые дозы удобрений под сельскохозяйственные культуры при проведении рекультивации
выработанных торфяников (по Р. П. Скопиной и Е. П. Панову, 1984)

	Дозы удобрений					
	навоз, т/га			минеральные удобрения, кг/га		
	слой торфа менее 10 см	слой торфа 10—20 см	слой торфа 20 см	азотные	фосфорные	калийные
Однолетние травы, многолетние травы на сено, зерновые	50—60	20—30	10—15	60—90	60—90	90—120
Многолетние травы на зеленый корм, на травяную муку	возделывание не рекомендуется	возделывание не рекомендуется	10—15	180—240	100—120	150—180
Капуста кормовая белокочанная	возделывание не рекомендуется	30—40	15—20	110—130	100—120	180—240
Корнеплоды	80—100	30—40	15—20	60—90	90—120	80—240

лах практически во всех зонах: лиственница, сосна обыкновенная, береза, чозения, ива козья, тополь душистый, ольха серая и акация желтая. Для лесостепной зоны, где площади земель, нуждающихся в рекультивации, наиболее обширны, ценны древесные и кустарниковые породы, устойчивые к токсичности грунтов и способные произрастать как на кислых, так и на карбонатных (щелочных) породах. Это акация белая и желтая, береза, ольха, тополь душистый, лох узколистный, облепиха, ольховник, сосна обыкновенная и черная, ива белая, клен татарский и полевой, осина, тополь сибирский, смородина, спирея и тамариск.

Выработанные торфяники после проведения горнотехнического этапа могут быть использованы как в системе севооборотов, так и под культурные сенокосы и пастбища. Обязательным в течение первых двух лет является посев вики—овса, гороха—овса, кормовой капусты и брюквы.

В условиях Среднего Урала Лабораторией промышленной ботаники Уральского университета им. А. М. Горького рекомендованы следующие виды растений для формирования травяного покрова санитарно-гигиенического назначения: овсяница красная, мятлик луговой, костер безостый, полевица белая, донник белый и желтый. При создании культурных лугов сельскохозяйственного назначения осуществляется засев высокопродуктивных кормовых культур: костера безостого, овсяницы луговой, житняка ширококолосного, ежи сборной, овсяницы красной, райграса пастбищного, тимофеевки луговой, донника белого и желтого, клевера красного и белого, люцерны желтой, синегридной, люпина многолетнего и эспарцета песчаного.

Культурные фитоценозы, формируемые на отвалах путем посева многолетних трав, уже на третий год жизни дают прочную дернину и сомкнутый травостой и пригодны для сенокосения. Урожайность сена трав колеблется от 10,5 до 26,0 ц/га для злаков и от 20 до 45 ц/га для бобовых культур. Урожай зерновых культур на рекультивированных землях Украины равен 25—30 ц/га.

Для понимания механизмов формирования техногенных ПТК необходимо иметь представление о составляющих их компонентах, в том числе и о животном почвенном населении. В этом отношении интересны исследования А. Б. Бабенко и В. И. Булавинцева.

Экономическая эффективность рекультивации. Во всех странах финансирование работ по рекультивации земель производится за счет горнодобывающих предприятий и тесно связано с платой за землю. Поэтому все затраты, связанные с рекультивацией, должны рассматриваться как капитальные вложения и относиться на себестоимость продукции горных предприятий.

Максимальные затраты на рекультивацию характерны для сельскохозяйственного направления. Они изменились в ценах

1990 г. от 3,5 тыс. р./га в Поволжье до 8—8,5 тыс. р. в Казахстане и в Белгородской обл. (КМА). Удельная стоимость рекультивации лесохозяйственного назначения дешевле в 2—3 раза. Наиболее капиталоемок горнотехнический этап рекультивационных работ.

Расчет общей экономической эффективности рекультивации в определенном направлении на конкретном объекте осуществляется по формуле (Овчинников и др., 1985):

$$\mathcal{E} = \Sigma\Pi / \Sigma K = \Pi_x + \Pi_{сэ\kappa} / K_T + K_6 = \Pi_x + D_{сэ\kappa} \cdot \Pi_{по} / K_T + K_6,$$

где \mathcal{E} — показатель экономической эффективности затрат на рекультивацию; Π — общий результат, получаемый благодаря рекультивации; Π_x — хозяйственный результат (годовая прибыль, получаемая с восстановленной площади); $\Pi_{сэ\kappa}$ — социально-экологический результат (дополнительная прибыль, получаемая за счет обеспечения благоприятных условий обитания в результате рекультивации); $\Pi_{по}$ — природоохранный результат (устранение ущерба, причиняемого отработанными и нарушенными землями окружающей природной среде); $D_{сэ\kappa}$ — социально-экологический коэффициент; K — общие затраты на рекультивацию; K_T — затраты на технический этап рекультивации; K_6 — затраты на биологический этап рекультивации.

Интегральная оценка рекультивации нередко затруднительна. Сравнительно просто оценить прямой хозяйственный эффект от полученного урожая, гораздо сложнее — социальный, куда входит и санитарно-гигиенический. В ряде случаев оправдывает себя метод относительной оценки в баллах. Так, по данным Воронежского ЛТИ, хозяйственный эффект рекультивации составляет 7%, санитарно-гигиенический — 77, рекреационный — 16%. Безусловно, проблема оценивания требует своей дальнейшей разработки как в методическом, так и в региональном аспектах.

ГЛАВА III

ХИМИЧЕСКИЕ МЕЛИОРАЦИИ

Статус химических мелиораций неоднозначен. С одной стороны, они являются составной частью культуртехнических работ, рекультивации и водных мелиораций, с другой — многие ведущие мелиораторы и географы (Б. С. Маслов, А. М. Шульгин и др.) выделяют их в относительно самостоятельный тип. В настоящей главе рассмотрены необходимость проведения химических мелиораций и ее основные виды и способы.

III.1. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ХИМИЧЕСКИХ МЕЛИОРАЦИЙ

Естественное плодородие почв в большинстве случаев не может обеспечить получение высоких устойчивых урожаев. Поэтому необходимо создание соответствующего агрохимического фона, включающего обеспеченность почв органикой и элементами минерального питания. Почвенно-агрономической службой СССР были выполнены специальные исследования и проведено агрохимическое районирование, показывающее региональные особенности необходимости и эффективности применения минеральных удобрений (рис. 10).

Потребность в проведении химических мелиораций возникает при нарушении баланса питательных веществ в системе почва—растение в виде отклонения от оптимальных параметров. Под балансом питательных веществ понимается количественное выражение изменения их запаса в почве за определенное время в результате поступления с удобрениями, растительными остатками и из других источников и расход путем выноса растениями, вымывания и других потерь. Нарушение баланса питательных веществ может происходить в результате обеднения почвы, когда вынос продуктов питания превышает их поступление извне, а также накопления отдельных веществ в количествах, превышающих их содержание, необходимое для полного роста, развития растений и поддержания нормального функционирования всего природного комплекса.

Агрохимическая разбалансированность выражается показателями их агрохимической характеристики и агрохимических свойств.

Агрохимическая характеристика — это часть агрономической характеристики почв, включающая содержание питатель-

ных веществ (азота, фосфора, калия и микроэлементов), гумуса и кислотность. Данные агрохимической характеристики служат основой для составления агрохимических картограмм: обеспеченности почв азотом, фосфором, калием, микроэлементами; потребности почв в известковании; содержания в почве гумуса. Агрохимические свойства почв — это емкость поглощения, степень насыщенности основаниями, буферность, окислительно-восстановительный потенциал, кислотность и др. Они включают совокупность показателей, определяющих режим питательных веществ, условия питания растений и превращение внесенных удобрений.

Методика расчета баланса питательных веществ в почве освещена в работах Д. Н. Прянишникова, А. В. Петербургского, Н. А. Сапожниковой, Т. Н. Кулаковской и др. Она основывается на строгом учете статей поступления в почву и расхода питательных веществ из почвы. Методику можно продемонстрировать следующей схемой расчета баланса азота: поступление азота в почву с минеральными и органическими удобрениями; фиксация атмосферного азота клубеньковыми бактериями; фиксация атмосферного азота свободноживущими азотфиксаторами; поступление с осадками; поступление с семенами. Отчуждение азота — это вынос с урожаем; газообразные потери и вымывание из корнеобитаемого слоя азота минеральных удобрений, необогащенное поглощение аммония; переход азота органических удобрений в состав гумуса, потери при минерализации азота органических удобрений; потери в результате эрозии почв.

Принципиально близкими к рассмотренной являются схемы, используемые при расчетах баланса других питательных веществ, в том числе макро- и микроэлементов.

Расчет баланса питательных веществ является сложной операцией, требующей проведения многолетних стационарных полевых исследований. Во-первых, химические элементы как продукты питания растений находятся в почве в разных формах (подвижных, обменных, поглощенных, водно-, кислотнo- и щелочно-растворимых, легко- и трудногидролизуемых и др.). Разные формы питательных веществ имеют неодинаковую степень доступности растениям, а при отдельных условиях они могут переходить из одной формы состояния в другую, чем затрудняется возможность оценки доли их усвояемости, а также ближайшего и более отдаленного резерва. Во-вторых, условия, создающиеся в почвенной среде и определяющие степень доступности элементов питания растениям, характеризуются большим разнообразием не только в пределах типов, но и отдельных разновидностей почв, так как зависят от множества природных и хозяйственно-экономических факторов. В-третьих, индивидуальные параметрические характеристики элементов питания находятся в динамическом состоянии и во многом определяются не столько физико-химическими особенностями самого элемента, сколько соотношением других элементов, содержа-

щихся в почве, и агрохимическими свойствами последних. В-четвертых, поступление элементов в почву и их убыль связаны с рядом процессов весьма динамических и трудно поддающихся контролю и учету.

Балансовый метод исследования содержания химических веществ в почвах имеет большое не только экономическое, но и экологическое значение, так как позволяет видеть и контролировать часть вещества, выпадающую из биологического круговорота и мигрирующую с почвенно-грунтовыми, поверхностными или дренажными водами в водоемы и водотоки.

Рассмотрим особенности формирования балансов основных элементов питания растений (азота, фосфора, калия и некоторых микроэлементов).

Азот имеет большое значение в жизни растений. Он входит в состав белков, хлорофилла, многих витаминов и ферментов. Общий запас азота в земной коре составляет около $1,4 \times 10^{16}$ т, в том числе в осадочной оболочке литосферы — 4×10^{15} , в атмосфере — $3,8 \times 10^{15}$ т. На суше элемент находится в основном в фитомассе ($1,7 \times 10^{10}$ т) и в почвах ($8,4 \times 10^{10}$ т). Запас его в океане равен примерно $0,9 \times 10^{12}$ т.

Источником образования газообразного азота на поверхности земли служит NH_3 , дегазированный из мантии Земли и впоследствии окисленный кислородом атмосферы до N или окислов NO , NO_2 , NO_3 , N_2O_5 и др. Согласно расчетам А. М. Алпатьева, масса азота годичной продукции биомассы равна $5,4 \times 10^9$ т, в том числе в годичной продукции суши — $3,6 \times 10^9$ и океана — $1,8 \times 10^9$ т.

Рис. 10. Почвенно-агрохимическая карта-схема сельскохозяйственных районов СССР. Почвенно-агрохимические зоны: I. Зона дерново-подзолистых и подзолистых почв. Высокая эффективность применения азотных, фосфорных и калийных удобрений: а — районы наиболее высокой эффективности удобрений, б — районы высокой эффективности удобрений, в — районы с меньшей эффективностью удобрений, г — дальневосточные районы высокой эффективности удобрений; II. Зона серых лесных почв, оподзоленных и выщелоченных черноземов. Высокая эффективность азотных и фосфорных удобрений, средняя — калийных; а — наиболее высокое действие удобрений, б — районы высокого действия удобрений, в — районы более слабого действия удобрений, г — дальневосточные районы высокой эффективности удобрений; III. Зона типичных, обыкновенных и южных черноземов. Зона неустойчивого действия удобрений в зависимости от погоды: а — районы более устойчивого и эффективного действия удобрений, б — районы эффективного, но неустойчивого действия удобрений, в — районы неустойчивого и менее эффективного действия удобрений, в3 — восточные засушливые районы менее эффективного действия удобрений; IV. Зона темно-каштановых, каштановых почв. Зона неустойчивых урожаев, слабое действие удобрений: а — районы более устойчивых урожаев; б — районы неустойчивых урожаев; V. Зона светло-каштановых почв сухих степей, бурых полупустынных и серо-бурых пустынных почв. Применение удобрений в орошаемом земледелии; VI. Зона сероземов, коричневых и серо-коричневых почв; VII. Зона красноземов и желтоземов. Высокое действие азотных, фосфорных и среднее действие калийных удобрений; VIII. Почвы горных областей

Биологическая фиксация азота в природе осуществляется бактериями, сине-зелеными водорослями и другими азотфиксаторами. Общая масса фиксируемого этим путем азота равна 110 млн т/год. Ежегодно увеличивающаяся техногенная фиксация, вызванная в основном производством азотных удобрений, в настоящее время значительно превышает 30 млн т/год. Общая масса годовой биологической, техногенной и атмосферной фиксаций составляет 150 млн т. Ежегодное поступление в биосферу фиксированного азота превышает возвращение его в атмосферу в основном из-за консервации в торфах, почве, подстилке и гумусе. Сказанное является основной причиной образования органического вещества на Земле — процесса в настоящее время усиливающегося антропогенной деятельностью, что отчетливо проявляется в евтрофировании водоемов из-за попадания в них азота минеральных удобрений.

Баланс азота как в отдельных компонентах природы, так и в конкретных природных комплексах, и особенно природы в целом, отличается большой сложностью расчета. Показательным в этом отношении является вывод, сделанный К. Делвичем. По его словам, из множества полученных результатов только два оказались точными: запас азота в атмосфере и количество азота, ежегодно фиксируемого химической промышленностью. Остальные числа «не результат их точности, а в основном лишь результат усилий автора сохранить баланс между всеми резервуарами» (Алпатьев, 1983, с. 195).

В поступлении азота наибольшую долю участия имеют минеральные удобрения, так как, согласно А. В. Петербургскому, до 40% внесенного с минеральными удобрениями азота участвует в активном балансе. За счет фиксации клубеньковыми бактериями поступает до 4 кг азота на 1 га пашни и до 10 кг на 1 т сена. В результате эрозии из почвы теряется около 10 кг азота на 1 га. С атмосферными осадками поступает примерно 5 кг/га, с высеваемыми семенами — около 3 кг/га. На мелиорированных территориях вынос азота с дренажными водами составляет 10—15 кг/га. За счет вымывания атмосферными осадками на легких почвах может теряться от 25 до 60, на тяжелых — от 5 до 10 кг/га.

Непроизводительные потери азота, как и других элементов питания, необходимо рассматривать в экологическом аспекте, так как вынос неиспользуемого растениями азота с грунтовыми и дренажными водами вызывает увеличение концентрации нитратов и ведет к загрязнению вод озер, рек, водохранилищ и прудов.

Фосфор играет важную роль в жизнедеятельности растений как регулятор энергетического баланса, способный образовывать соединения с большим запасом энергии, которая освобождается в результате гидролиза этих соединений. Он входит в состав нуклеиновых кислот и тем самым оказывает влияние на синтез белка. Особенно велико его значение в начальных фа-

зах роста растений. Обеспечение их фосфором ускоряет образование органов плодоношения и сокращает период созревания.

В настоящее время установлено около 200 различных минеральных соединений фосфора в почвах. Они имеют разную растворимость, подвижность и доступность растениям. Слаборастворимым является фосфор, входящий в состав минералов, более подвижны и растворимы соединения фосфора с алюминием, железом, кальцием и др. В разных по механическому составу почвах от 10 до 40% фосфора содержится в органических фосфатах, по мере утяжеления почвы количество последних возрастает. Кроме механического состава на соотношение форм фосфатов оказывают влияние вносимые удобрения, характер растительности и агрохимические свойства почв. Например, наибольший эффект фосфорные удобрения дают при высоком обеспечении почв азотом, когда увеличивается коэффициент использования как фосфора почвы, так и вносимых удобрений (табл. 13).

Таблица 13

Баланс фосфора в земледелии СССР
(по А. В. Петербургскому, А. Ю. Кудеяровой, 1980)

Годы	Внесено Р с удобрением, млн т	Вынос Р с урожаем с/х культур, млн т	Баланс Р	
			млн т	% от выноса
1966—1970 (среднее)	1,323	1,519	-0,196	-12,9
1971—1975 (среднее)	1,742	1,705	+0,037	+2,2
1978	2,537	2,034	+0,503	+24,7

Оптимальный уровень кислотности почв для доступности фосфора почвы растениям равен рН 6—6,5. В большинстве случаев причиной слабой доступности фосфора растениям является повышенная кислотность почв.

Фосфор обладает возможностью накапливаться в почве в усвояемой форме, т. е. имеет эффект длительного действия, что позволяет решать проблему повышения его содержания путем создания положительного баланса. Исследования баланса фосфора в севооборотах на дерново-подзолистой почве, проведенные Т. Н. Кулаковской, показывают, что в вариантах без внесения фосфорсодержащих минеральных удобрений баланс был отрицательным, а с внесением фосфора — положительным с повышением содержания P_2O_5 в пахотном горизонте на 3—5 мг/100 г. Например, в условиях Белоруссии поступление фосфора в почву превышает его вынос с урожаем на 17 кг/га.

Оптимальный уровень обеспеченности почв фосфором на дерново-подзолистых почвах Белоруссии — 25—30 мг P_2O_5 на 100 г почвы, на торфяно-болотных — 70—90 мг. Этот уровень может быть взят за минимальную степень агрохимической разбалансированности таких почв по фосфору.

Калий содержится в растениях в минеральной форме, не входя в состав органических соединений. Он играет большую роль, особенно для развития протоплазмы, способствует синтезу простейших углеводов и передвижению сахаров из листьев в корни, стимулирует повышение содержания в растениях крахмала, сахаров, участвует в энергетическом обмене как переносчик электронов. Около 4/5 общего содержания калия приходится на клеточный сок, остальная часть адсорбирована коллоидами. Калий в основном концентрируется в молодых побегах растений.

Под его влиянием увеличивается устойчивость растений против грибковых заболеваний, засухи, заморозков и других неблагоприятных явлений. Недостаток калия приводит к затруднению синтеза крахмала, гликогена, белков и в конечном итоге — к снижению качества продукции.

Содержание калия в минеральных почвах связано с материнскими породами и степенью их выветривания и обычно превышает наличие других микроэлементов. В пахотном горизонте дерново-подзолистых суглинистых почв содержится до 50—60 т/га K_2O . Обеспеченность почв необходимым для растений количеством калия является актуальной проблемой.

Калий, содержащийся в почве, можно разделить на три категории: обменный, необменный и водорастворимый. Основная масса калия находится в необменной форме.

Среди калийсодержащих минералов выделяются две главные группы: полевые шпаты и слюды. Уровень усвояемости калия увеличивается с увеличением степени дисперсности минералов.

Калий, как и фосфор, обладает способностью не только переходить из одной формы в другую, но и закрепляться в почве в прочных соединениях и служить в дальнейшем резервом доступного растениям калия. Однако увеличение обеспеченности почв калием сверх оптимальной степени ведет к снижению биологической ценности зерна.

Основными расходными статьями в балансе калия являются: вынос с урожаем, вымывание водами и вынос в результате эрозионных процессов.

Исследования, проведенные в БелНИИПА, показали, что содержание обменного калия в пределах 18—20 мг на 100 г почвы легкого механического состава и 23—25 мг на 100 г почвы тяжелого состава является оптимальной величиной.

Таким образом, анализ результатов исследований баланса азота, фосфора и калия свидетельствует, что имеются оптимальные величины их содержания в почвах. Всякое отклонение содержания в сторону уменьшения или увеличения по отношению к оптимальной величине будет показателем степени агрохимической разбалансированности.

Большой интерес и значение имеют балансы микроэлементов, используемых растениями для своего роста и развития.

Хорошо изучены микроэлементы: титан, никель, ванадий, хром, стронций, барий, марганец, медь, цинк, кобальт, йод, бор и некоторые другие.

Наличие микроэлементов в почве в основном определяется их количеством в почвообразующих породах, а варьирование — главным образом разнообразием почвообразующих пород. Следовательно, почвообразующие породы являются главной приходной статьёй микроэлементов в естественных условиях. Далее идет поступление элементов с грунтовыми водами, растительным опадом и атмосферными осадками. В последнее время все шире применяются микроудобрения. Частично микроэлементы попадают в почву при внесении органических и минеральных микроудобрений, а также с семенами растений.

Основными расходными статьями микроэлементов являются: вынос с урожаем сельскохозяйственных культур, вымывание водами атмосферных осадков, перенос с твердыми частицами и др.

Интенсивность поглощения и выноса микроэлементов растениями как основная расходная статья баланса не имеет прямой зависимости от содержания их подвижных форм и валового количества в почвах. Более тесная связь обнаружена между поступлением микроэлементов (Mn, Cu, Zn, Co, Mo) в растения и механическим составом почв. С увеличением дисперсности среды поступление этих элементов в растения снижается. Более тяжелые почвы богаче питательными веществами, в том числе и микроэлементами, однако растения извлекают их в меньших количествах. Это объясняется возрастающей адсорбцией элементов при увеличении количества глинистых частиц, присутствием в питательной среде железа, кальция. Одни и те же растения выносят микроэлементы из разных почв в разных количествах. Так, ячмень, выращенный на дерново-подзолистой почве, содержит цинка на 15—20% больше, чем на торфяно-болотной. Однако общий вынос элемента ячменем на торфяно-болотной почве гораздо выше благодаря более высокому урожаю.

Не все растения одинаково чувствительны к кислотности почв. По отношению к кислотности почв, а соответственно и отзывчивости на известкование, культурные растения можно разделить на следующие группы: 1) пшеница озимая, свекла сахарная, свекла столовая, капуста, лук, чеснок, клевер, люцерна, донник, райграс, ежа сборная, костер и смородина — наиболее чувствительные к реакции среды пахотного горизонта, оптимальный рост и развитие при рН 5,8—6,5; 2) пшеница яровая, ячмень, горох, кукуруза, брюква, турнепс, огурцы, салат, овсяница луговая, мятлик, яблоня, слива, вишня и земляника — чувствительные к повышенной кислотности, хорошо отзывающиеся на известкование, оптимальный рост и развитие при рН 5,3—6; 3) овес, рожь, гречиха, тимофеевка и груша — менее чувствительные к повышенной кислотности, положитель-

но отзываются на известкование, оптимальный рост и развитие при рН 4,5—6; 4) лен, картофель, люпин, морковь, помидоры и подсолнечник — легко переносящие умеренную кислотность, но плохо — нарушение соотношения между кальцием, калием, магнием и бором, оптимальный рост и развитие при рН 4,8—5,7; 5) щавель, сераделла и крыжовник — переносящие повышенную кислотность и слабо нуждающиеся в известковании, оптимальный рост и развитие при рН 4,5—5.

Отрицательное действие кислой среды на культурные растения усиливается избыточной влажностью почв. Поэтому осушительные мелиорации переувлажненных земель уменьшают отрицательные действия повышенной кислотности.

Динамику кислотности можно проследить через баланс кальция и магния. Основными приходными статьями этих элементов является внесение известковых материалов, фосфоритной муки и органических удобрений, расходными — вынос с урожаем сельскохозяйственных культур, вымывание водами атмосферных осадков, расход элементов на нейтрализацию физиологически кислых минеральных удобрений.

Микроэлементы имеют очень сложную территориальную закономерность распространения. Это вызвано прежде всего большим разнообразием факторов, определяющих как их общее содержание, так и формы нахождения в почве.

Оценка агрохимической разбалансированности почв показала, что в разных ПТК в зависимости от степени агрохимической неустроенности потери урожая достигают 30% и более (табл. 14).

Таблица 14

Потери урожая в зависимости от агрохимической разбалансированности почв разных ПТК

Степень выраженности неустроенности	Индекс окультуренности	Потери урожая, %
I	$\geq 0,90$	3 и менее
II	0,81—0,90	9
III	0,71—0,80	15
IV	0,61—0,70	20
V	0,51—0,60	26
VI	$< 0,50$	> 32

Исходя из полученной зависимости между урожаем сельскохозяйственных культур и основными агрохимическими показателями почв, БелНИИПА разработал метод комплексной оценки агрохимических свойств почв путем выражения их через относительный показатель окультуренности почв. Поправочные коэффициенты составлены с учетом градации по содержанию P_2O_5 и K_2O через 2,0 мг каждый показатель и рН через 0,2 единицы.

Сравнение оценки уровня продуктивности почв, полученной путем учета коэффициента окультуренности и агрохимической разбалансированности, указывает на сопоставимость результатов и возможности их использования для определения современного состояния почв отдельных хозяйств районов.

Таким образом, обобщив все подвиды агрохимической разбалансированности почв, можно составить комплексную карту агрохимической неустроенности почв исследуемой территории, отражающую степень необходимости проведения химической мелиорации.

III.2. СПОСОБЫ И ВИДЫ ХИМИЧЕСКИХ МЕЛИОРАЦИИ

Внесение органических и минеральных удобрений следует рассматривать как ежегодный (разовый) фактор агротехнического обеспечения урожая и как относительно самостоятельный вид химических мелиораций, применяемый при рекультивации земель, при первичном окультуривании и сельскохозяйственном использовании земель после проведения их осушения, орошения и просто при освоении целинных земель.

Нормы внесения органических и минеральных удобрений определяются прежде всего естественным уровнем плодородия почв до проведения мелиорации или до периода их хозяйственного освоения. По этому показателю мелиорируемые почвы зоны достаточного и избыточного увлажнения подразделяются условно на три группы:¹

высокого и повышенного потенциала плодородия (серые лесные, дерново-карбонатные, аллювиальные дерновые и дерново-глеватые) с мощным (более 22 см) гумусовым горизонтом, содержанием подвижных форм фосфора и калия свыше 12—15 мг на 100 г почвы, слабокислой или нейтральной реакцией среды, с рН более 5,5 и степенью насыщенности основаниями свыше 6%;

среднего потенциального плодородия (дерново-подзолистые, бурые лесные и аллювиальные дерново-глеевые) с мощностью гумусового горизонта 15—22 см, количеством подвижного фосфора и калия 8—12 мг на 100 г почвы, рН 5,0—5,5 и насыщенностью основаниями 40—60%;

низкого потенциального плодородия (подзолисто-глеевые, подзолистые и аллювиальные дерновые слоистые) с мощностью гумусового горизонта менее 15 см, содержанием подвижных форм фосфора и калия ниже 8 мг на 100 г почвы, рН менее 5,0 и степенью насыщенности основаниями не более 40%.

В зависимости от вида и способа производства работ, а также исходного уровня плодородия почв применяют следующие обязательные единовременные нормы органических удобрений

¹ Окультуривание и сельскохозяйственное использование мелиорируемых минеральных земель. М., 1983.

в расчете на стандартный торфонавозный компост для восстановления (формирования) почвенного плодородия (табл. 15).

Таблица 15

Примерные дозы внесения органических удобрений в зависимости от вида работ и уровня плодородия почв

Виды работ	Норма органических удобрений при уровне плодородия почвы, т/га		
	низкий	средний	высокий
Строительство осушительной и оросительной сети	30—45	20—30	15—20
Корчевка кустарника и мелколесья:			
редкого	30	20	10
густого	60	40	20
Корчевка пней и деревьев, диаметром более 12 см, с обилем более 200 шт/га	60	40	20
Удаление камней, м ³ /га			
до 20	15	10	5
20—50	30	20	10
более 50	45	30	15
Выравнивание поверхности, засыпка ям, канав, объемом, м ³ /га:			
100—150	30	20	10
более 150	45	30	15

В почвы низкого плодородия вносят не менее 80—90 т/га органических удобрений. Это осуществляется прямоточным и перевалочным способами при помощи специальной техники — разбрасывателей КСО-9, РПН-4, РУН-15А, РУЕ-15Б и других машин. Складирование удобрений в мелкие кучи и выравнивание их бульдозерами недопустимы.

Ориентировочные дозы внесения удобрений в первые годы освоения осушаемых почв в лесной зоне даны в табл. 16. Количество удобрений зависит от планируемых севооборотов и сельскохозяйственных культур, от степени окультуренности почв и их механического состава. Основные минеральные удобрения вносят ИРМГ-4, ПРУ-0,5, КСА-3, КСА-7 и другими разбрасывателями, а также авиатранспортом (на внепойменных угодьях площадью более 50 га и длиной гона не менее 500 м). Удобрения заделывают тяжелыми дисковыми бородами. Недопустимо внесение минеральных удобрений в период установления и существования снежного покрова.

НИИ Российской академии сельскохозяйственных наук и бывшего Минводхоза разработаны дифференцированные нормы внесения минеральных и органических удобрений под конкретные севообороты и при организации культурного луговодства и культурных пастбищ.

При проведении оросительных мелиораций в зоне недостаточного увлажнения вода широко используется как транспортное средство для доставки минеральных и органических удобрений. А. И. Усков (1980) отмечает, что отдельные звенья хи-

Примерные дозы внесения удобрений при освоении осушенных минеральных почв¹

Сельскохозяйственная культура	Суглинистые почвы			Супесчаные почвы				
	органические, т/га	минеральные, кг д. в./га			органические, т/га	минеральные, кг д. в./га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O

Почвы средней степени окультуренности

Однолетние травы на зеленый корм	—	30	60	60	—	40	60	80
Картофель	40—50	40	80	80	30—40	50	60	90
Овощные	50—60	130	80	100	50—60	150	100	100
Кормовая капуста	40—50	60	50	80	40—60	60	60	80

Почвы низкой степени окультуренности

Зерновые	20—30	—	40	60	14—20	20	50	60
Картофель	50—60	60	60	100	50—60	40	50	80
Овощные	60—70	150	80	100	50—60	150	80	100
Кормовая капуста	50—60	80	60	80	50—60	80	80	80

¹ Справочник мелиоратора. М., 1980.

мической мелиорации настолько технически отработаны, что получили собственное наименование: «гербигация» (внесение гербицидов с оросительной водой), «фертигация» (внесение удобрений с поливом), «нитригация» (внесение удобрений азотных с водой) и т. д.

Известно, что между запасами продуктивной влаги в почве, водным режимом растений, их минеральным питанием и урожайностью сельскохозяйственных растений наблюдается взаимосвязь (В. С. Петин, Ю. Н. Никольский, Н. Ф. Мантуленко и др.). Применяя повышенные (до оптимума) дозы удобрений, необходимо одновременно поддерживать влажность почвы на оптимальном уровне. Показательны в этом отношении опыты Волжского НИИ гидротехники и мелиорации (Костин, 1971) по регулированию водоснабжения и минерального питания озимой пшеницы (табл. 17).

Самый высокий урожай (58,4 ц/га) получен при сравни-

Таблица 17

Урожай зерна озимой пшеницы «Мироновская 808» при различных режимах орошения и дозах минеральных удобрений, ц/га

Доза удобрений, кг д. в./га	Влагозарядка нормой 1550 м ³ /га	Влагозарядка и три вегет. полива 2050 м ³ /га	Влагозарядка и четыре вегет. полива 2890 м ³ /га
Без удобрения	26,6	39,1	45,5
60P ₁₂₀ K ₆₀	32,2	46,6	54,1
120P ₁₂₀ K ₆₀	34,1	52,6	58,4

тельно высоких дозах минеральных удобрений и повышенном поливе. Близкие результаты с тем же сортом пшеницы получены в Волгоградской обл. и в Молдавии (Петинов, 1980).

В условиях интенсивного внесения минеральных и органических удобрений и последующего частичного их выноса с поверхностными, почвенными и грунтовыми водами, а также с дренажным стоком в реки, озера, пруды и водохранилища возникла проблема евтрофирования водоемов. *Евтрофирование* — это увеличение биологической продуктивности водоема в результате повышенного поступления соединений фосфора и азота со сточными промышленными и коммунальными водами и стоками сельскохозяйственных полей. Речь идет в первую очередь о первичной биологической продукции. Рост продукции до определенного уровня соответствует интересам рыбного хозяйства, так как увеличивает кормовые ресурсы, в первую очередь, растительных рыб. При интенсивном развитии процесса евтрофирования вода становится непригодной (или трудно и дорого очищаемой) для водоснабжения, особенно в питьевых и коммунальных целях.

Известный лимнолог Л. Л. Россолимо, рассматривая специфику антропогенного евтрофирования, указывает, что сами по себе соединения азота и фосфора в повышенных концентрациях не ухудшают качества воды. Однако, обладая высокими коэффициентами биологического поглощения, соединения этих веществ, в особенности фосфор, повышают биологическую продуктивность водоемов. Последующее разложение органики ведет к «вторичному загрязнению».

Потребность в *известковании* почв на территории стран СНГ огромна — более 65 млн га, в том числе площадь сильнокислых почв ($pH < 4,5$) превышает 15 млн га. Более того, дренаж почв в зоне избыточного увлажнения усиливает вынос щелочно-земельных элементов из осушаемых почв и увеличивает их кислотность. Действие дренажа усугубляется применением физиологически кислых удобрений, выносом Са и Mg с урожаем. В результате только за одну ротацию севооборота рН солевой вытяжки из пахотного горизонта торфяных почв может снизиться на 0,4—0,6 (Зайдельман, 1981). Кислотные дожди — также важный фактор снижения или сохранения кислотности почв и аргумент известкования почв.

Известкование, кроме снижения кислотности почвы, улучшает азотное и фосфорное питание растений, доступность калия и ряда микроэлементов, устраняет вредное действие алюминия и марганца, повышает эффективность вносимых удобрений, способствует оструктуриванию почвы.

Дозы внесения извести зависят от механического состава почвы и исходного уровня кислотности. Величины примерных доз внесения извести приведены в табл. 18. Потребность в извести на почвах тяжелого механического состава больше, чем легкого.

Таблица 18

Нормы внесения извести в почвы, т/га

Почва	рН солевой вытяжки			
	<4,0	4,0—5,0	5,1—5,5	5,6—6,0
Песчаная	5—6	2,5—4,5	1,0—3,0	<1,5
Супесчаная	>7	3—7	2—3	1—2
Дерново-подзолистая легкосуглинистая	9,5	5—9	3—5	2—3
Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая	12	7—12	5—6	4—5
Торфяная	>5,5	4—5	2—3	—

Вновь осваиваемые земли известкуют после осуществления планировки территории, на пойменных землях — после прохождения паводка. На кислых почвах известкование является опережающим агротехническим мероприятием. Периодичность известкования мелиорируемых земель составляет 5—6 лет. Допустимо внесение извести при высоте снежного покрова до 30 см на участках с уклонами менее 3°.

Технология внесения извести определяется в зависимости от расстояния перевозки и вида известковых материалов. Хорошо размельченные слабо пылящие материалы вносят разбрасывателями ИРМГ-4, КСА-3, РУМ-8, КСА-7, а пылевидные (цементная пыль, сланцевая зола и известняковая мука) — цементовозами, автомобильными разбрасывателями АРУП-8 и агрегатами РУП-8 с шириной захвата 12—14 м при скорости ветра не более 4—5 м/с.

Прибавка урожая зерновых культур от внесения извести — показатель эффективности данного вида мелиорации. Она составляет для зерновых культур 2—4 ц/га, картофеля — 15, белокочанной капусты — 70, корнеплодов — 55, сена и многолетних трав — 15 ц/га.

Гипсование — одно из средств рассолонцевания почв, направлено на изменение состава поглощенных катионов и свойств почв путем замещения обменного натрия (его содержание от 15 до 40% емкости поглощения) ионом кальция и удаления промывкой (естественной или искусственной) легкорастворимых солей. Доза внесения гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, т/га) зависит от содержания натрия в поглощающем комплексе, а также от мощности и емкости поглощения солонцового горизонта. Норма внесения гипса изменяется от 2—3 т/га на солонцеватых почвах до 10—25 т/га на солонцах. Большие нормы гипса вносят в течение 2—3 лет равными долями.

Гипсование проводят осенью под зяблевую вспашку. Оно эффективно в черноземной зоне; в зоне сухих степей с каштановыми и бурыми почвами не дает большого эффекта, если проводится в богарных условиях. На орошаемых землях, благодаря растворению кальция в гипсе, эффект от гипсования возрастает. Наряду с гипсом применяют также фосфогипс —

отход производства экстракционной фосфорной кислоты, используемой для фосфорных удобрений. Он содержит 80—90% двухводного гипса, а также примеси фосфата кальция, фосфорной кислоты, соединений фтора и стронция. Наличие воднорастворимого фтора не должно превышать 0,3%. Недостаток фосфогипса заключается в том, что при его использовании необходим контроль за содержанием стронция (Справочник мелиоратора, 1989).

Кислотование — способ мелиорации содовых солончаков и солонцов с очень высокой щелочностью (рН 9—11) путем внесения серной кислоты, серы, сульфата железа, сульфата алюминия, хлористого кальция, фосфогипса, сернокислого железа и др. Кислотование нейтрализует щелочность почвы (снижает содержание ионов CO_3^{2-} и HCO_3^-), вытесняет поглощенный натрий и одновременно ускоряет коагуляцию гидрофильных коллоидов.

Выбор химического мелиоранта определяют по реакции почвы после его внесения. Кислоты и кислотообразующие вещества эффективны для почв, содержащих карбонат кальция; в этих условиях подвижный кальций выходит из него в виде хлорида и сульфата кальция и вытесняет натрий из поглощающего комплекса. Для устранения щелочной реакции на содовых солончаках с значением рН более 9 применяют кислоты или кислые виды химических мелиорантов. Их дозы устанавливают исходя из необходимости замещения доли поглощенного натрия, превышающей 10% емкости поглощения.

Внесение серной кислоты в карбонатные солонцы приводит к образованию в почве гипса и уголекислоты, которая способствует растворению карбонатов кальция и магния и вытеснению натрия из поглощающего комплекса. Применяют 0,8—1%-ый раствор серной кислоты. Образующийся сульфат натрия вымывают водой.

При внесении в почву сера под влиянием серобактерий окисляется до серной кислоты. Внесение железного купороса способствует образованию при кислом гидролизе свободной серной кислоты и гидрозакаси железа. Эффект от серной кислоты тот же. Гидрозакаси железа при взаимодействии с уголекислотой окисляется в гидроокись, приобретая высокую энергию коагуляции почвенных коллоидов, что повышает агрогированность почвы. Железный купорос, вступая в химические реакции с содой, карбонатами и бикарбонатами кальция и магния, ускоряет вынос сульфатов натрия, который по сравнению с серной кислотой значительно улучшает структуру и водопроницаемость почвы.

Кислотование включает пять этапов работ: подготовительный, планировочный, нарезку промывных чеков, внесение химических мелиорантов и промывку почв. При этом необходимо строительство коллекторно-дренажной сети, создание оросительной системы. Общая продолжительность работ составляет от 4

до 6 лет. Посев сельскохозяйственных культур производят после полной нейтрализации соды в метровом слое почвы (рН 7,8—8,2), снижения концентрации поглощенного натрия и суммы солей по плотному остатку (за вычетом новообразованного гипса) соответственно до 3 мг-экв и 0,3—0,4%. Нормы высева повышают на 25%.

Мелиорация почв с использованием сапропеля. Запасы сапропеля, донных отложений пресноводных водоемов, в России составляют около 230 млрд м³, из них карбонатных сапропелей, безусловно пригодных для известкования почв, около 5%. Сапропель подразделяется на органический, или малозольный (зольность менее 30%), и многозольный (зольность до 85%). Многозольный сапропель подразделяют на известковый, или карбонатный (содержание в золе окиси кальция более 30%), кремнеземистый (более 50% кремнезема) и смешанный.

Удобрительная ценность сапропеля убывает от органического до известкового. Сапропель содержит значительное количество микроэлементов — йод, кобальт, медь, марганец, молибден, бор, бром и др. Для добычи сапропеля из озера применяют средства гидромеханизации — различные землесосные снаряды. Сапропелевую пульпу от места добычи до поля транспортируют по трубам. Намыв осуществляют по двум основным технологиям: по чекам и поперек борозд. При окультуривании почв сапропель намывают за один прием в течение года по чекам или бороздам слоем от 5 до 15—20 см. Опыт намыва сапропеля в Ярославской обл. (оз. Неро) показал, что урожайность культур на малопродуктивных почвах повышается в 1,4—2,2 раза, срок окупаемости затрат — 2—4 года.

Торфование — внесение торфа на песчаные и супесчаные почвы, обладающие малой водоподъемной и водоудерживающей способностью и содержащие малое количество перегноя, глинистых и илистых частиц. При внесении больших доз торфа повышается влагоемкость, улучшаются водно-физические, агрохимические и биологические свойства почвы. На почвах тяжелого механического состава этот вид мелиорации не эффективен. Удобрительная ценность торфа невысокая.

Для удобрения торф используют в виде торфокомпостов, торфоминерально-аммиачных удобрений (ТМАУ) и торфяной подстилки с животноводческих ферм. Торфокомпосты готовят на осушенных и обработанных болотах путем внесения на их поверхность фосфорных и калийных удобрений и навозной жижи. Всю эту массу перемешивают с торфом, по мере просыхания сгребают в валы и вывозят на поля. Внесение 1 т компоста дает прибавку урожая всех культур в севообороте около 1 ц/га в пересчете на зерно.

ТМАУ готовят также на основе фосфорных и калийных удобрений.

Применение *химических мелиорантов* не получило пока широкого распространения по двум причинам: из-за дороговизны

массового применения химических мелиорантов (структоров) и неясности долговременности действующих последствий на окружающую природную среду. Химические мелиоранты применяют для уменьшения плотности почвы и соленакопления, повышения водопроницаемости и водоотдачи, закрепления гумуса и борьбы с эрозией.

Азотсодержащие химические мелиоранты (например, жидкий аммиак) вносят одновременно с глубоким рыхлением почвы на глубину 40—70 см. Мелиоранты обеспечивают хорошее оструктурирование почвы. При разложении мелиоранта азотсодержащие компоненты используются растениями как питательные вещества.

Особую группу составляют химические мелиоранты для уменьшения испарения с поверхности почвы. Для этого используют поверхностно-активные вещества: отходы нефтеперерабатывающей промышленности, синтетические жирные кислоты, высшие жирные спирты и полимеры-латексы. Последние особенно эффективны, так как снижают испарение на 90%.

Для химической мелиорации почв, сформировавшихся на монтмориллонитовых породах с удельной поверхностью более 200 м²/г, применяют водно-растворимый полимер К-9 в виде рабочего раствора 0,5% -й концентрации. Его вносят дождевальными машинами в дозе 150 м³/га.

Одним из приемов химической мелиорации является электромелиорация. Пропуск постоянного электрического тока через засоленные и осолонцованные почвы как через электролит изменяет состав и структуру ее твердой фазы и солевой состав почвенного раствора, а также повышает растворимость некоторых солей. Под влиянием электричества происходит коагуляция коллоидов, растворение водонепроницаемых слоев. Применение электромелиорации позволяет ускорить в 3—4 раза промывку наиболее сложных почв и более экономно использовать воду.

Пестициды — представляют собой обширную группу искусственно созданных химических соединений, используемых для борьбы с вредителями и болезнями растений; для уничтожения эктопаразитов животных. В зависимости от целевого назначения пестициды делятся на следующие основные группы: гербициды — для уничтожения сорной растительности; инсектициды — для борьбы с вредными насекомыми; фунгициды — для уничтожения возбудителей грибковых заболеваний растений; дефолианты — для удаления листьев; десиканты — для высушивания листьев на корню; рестарданты — регуляторы роста и развития растений; репеленты — средства отпугивания кровососущих насекомых, грызунов и других животных.

Большинство пестицидов представляют собой органические вещества, получаемые синтетическим путем. Основные из них — хлорорганические и фосфорорганические. В зависимости от свойств пестицида и его назначения для обработки 1 га тре-

буется 0,5—2,0 кг в пересчете на активное вещество. Для равномерного распределения вносимых пестицидов на обрабатываемую площадь их вносят в препаративной форме: смачивающиеся порошки, концентраты эмульсий, растворы в воде и органических растворителях, аэрозоли, гранулы и т. д. Их вносят путем опрыскивания, протравливания и приманки для насекомых и животных.

На начало 90-х годов ежегодно на мировой рынок поступало более 5 млн т пестицидов; из них на гербициды приходилось примерно 40%, на инсектициды — 35, фунгициды — 15, на остальные примерно 10%. Около 1,5 млн т этих веществ поступает в состав наземных и морских экосистем воздушным или водным путем (Ю. И. Ляхин). Промышленное производство и применение пестицидов сопровождается появлением побочных продуктов, загрязняющих сточные воды, и концентрацией пестицидов в природных средах и ландшафтах.

Хлорорганические пестициды — ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан) и его производные, гексахлорциклогексан и его производные — токсичны для водных организмов, они способны мигрировать между звеньями водных экосистем. Период полураспада хлорорганических пестицидов составляет несколько десятков лет. Они очень устойчивы к биодеградации. Степень токсичности пестицидов наиболее высокая в непроточной воде. Коэффициенты накопления пестицидов для донных отложений очень высоки и составляют 10^4 — 10^6 .

Фосфорорганические пестициды — это сложные эфиры различных спиртов ортофосфорной кислоты или одной из ее производных — тиофосфорной. Большинство органофосфатов подвержены довольно быстрому биохимическому распаду в почве и воде в течение месяца.

В качестве фунгицидов используются соли меди, некоторые минеральные соединения серы, ртутьорганические вещества типа хлорированной метилртути, метоксиэтилы ртути.

Использование пестицидов отрицательно влияет на состояние экосистем и здоровье человека (Н. Ф. Реймерс, Н. Ф. Глазовский, К. М. Сытник и др.). Согласно закону физико-химического единства живого вещества В. И. Вернадского, вредное для одной части живого вещества или для части органического мира, не может быть безразлично для другой его части, или вредное для одних видов существенно вредно для других. «Избирательное», на первый взгляд, применение гербицидов, дефолиантов и т. д. в конечном счете приводит к разрушению экосистем и наносит вред здоровью человека (например, Узбекистан). Н. Ф. Реймерс (1990) справедливо указывает, что закон В. И. Вернадского о физико-химическом единстве живого вещества — один из наименее осознанных и невольно игнорируемых человеком. Поэтому весьма сдержанно следует относиться к утверждениям, что химическая защита растений от вредителей — наиболее эффективный способ защиты урожая.

ГЛАВА IV ФИТОМЕЛИОРАЦИЯ

IV.1. ЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ

Фитомелиорации — один из приемов по коренному улучшению природных условий с помощью растительности (древесной, кустарниковой и травянистой). Они улучшают климатические, почвенные, гидрологические и растительные условия территории, т. е. весь физико-географический комплекс. Фитомелиорации содействуют вовлечению в хозяйственный оборот неудобных земель, изменению водного режима рек, уменьшению стока, борьбе с эрозией почвы, повышению продуктивности сельскохозяйственных культур и созданию благоприятных условий местообитания человека.

Фитомелиорации помогают в борьбе с неблагоприятными природными явлениями в отдельных районах (засухи, пыльные бури, эрозия). В то же время нерациональное использование биологического компонента физико-географической среды, и главным образом лесной растительности, влечет за собой ряд нежелательных последствий. Так, в результате истребления лесов ухудшается водный режим рек, усиливается водная и ветровая эрозия; изменяется рельеф местности.

Фитомелиорации можно разделить на две основные группы: а) лесные мелиорации и б) мелиорации при помощи травянистой растительности.

Идея биологического воздействия на природные процессы принадлежит классикам русской науки: В. В. Докучаеву, А. И. Воейкову, Г. Н. Высоцкому, Г. Ф. Морозову.

Первые попытки искусственного лесоразведения в степной зоне европейской части России относятся ко времени Петра I. По его указанию в степи, вблизи Таганрога, в 1696 г. были посеяны желуди и создана дубовая роща. По инициативе передовых земледельцев в конце XVIII и начале XIX вв. началось лесоразведение на юге Украины. Были заложены лесные полосы на Кубани, в Самарской и Тульской губерниях. Эти мероприятия дали положительный результат.

После сильной засухи в 1891 г., охватившей всю лесостепную и степную зоны России, в 1892 г. была организована экс-

педияция лесного департамента Министерства земледелия, руководителем которой был назначен В. В. Докучаев. Были заложены исторические «докучаевские бастионы» сохранения урожая. К началу XX в. отчетливо выявилось положительное значение лесных посадок.

Лесомелиоративные работы существенно расширились с начала 30-х годов XX столетия. Особенно широкий размах получило полезащитное лесоразведение в период 1948—1953 гг. Было посажено 2,2 млн га лесов. К 1977 г. заложено защитных насаждений на общей площади около 5 млн га, а в целом лесовосстановление и защитное лесоразведение осуществлены на площади 14,2 млн га.

Идея биологического воздействия на природные процессы сохраняет свое научное значение. Данные научно-исследовательских учреждений, в которых со времени В. В. Докучаева накоплен многолетний опыт лесного лесоразведения, а также многочисленные материалы передовых хозяйств показали, что под защитой лесов прирост урожая составляет 2—3, а в засушливые годы — до 5—6 ц/га.

Огромный вред сельскому хозяйству наносят пыльные бури, особенно на юге Украины и Северном Кавказе. В хозяйствах, имеющих сеть лесных полос, негативное влияние данного метеорологического явления практически сводится к нулю. Лесоразведение в степи — одно из важнейших мероприятий увеличения плодородия почв и повышения эффективности сельского хозяйства.

Лесомелиоративные мероприятия проводятся и в других странах. В большинстве случаев они применяются для защиты сельскохозяйственных культур (зерновые, цитрусовые, плодовые, овощные, кофейные, банановые и др.) от неблагоприятных явлений климата — сильных ветров, высоких температур воздуха и почвы.

Защитные лесные насаждения представляют собой, по определению Д. Л. Арманда (1961), биологические сооружения, повторяющиеся в пространстве на больших территориях и, подобно техническим сооружениям, образующие на земной поверхности особую сеть, которую можно в известной степени сравнить с речной сетью, сетью оросительных каналов и дорог, линий электропередач и т. п.

По своему воздействию полосы могут быть в основном разделены на две группы: 1) ветроломные и 2) водорегулирующие. Ветроломные полосы предназначены главным образом для того, чтобы ослабить силу ветра и тем самым улучшить природные процессы, связанные с ветровым режимом. Назначение водорегулирующих полос — полное поглощение поверхностного стока (жидкого и твердого).

По классификации ВНИИ агролесомелиорации (1966), защитные лесные полосы делятся на следующие виды: 1) полезащитные, 2) водорегулирующие на склоновых землях, 3) при-

балочные и приовражные, а также овражно-балочные лесные насаждения для задержания стока, 4) государственные лесные полосы, 5) лесные полосы вдоль рек и водоемов, 6) лесные насаждения вдоль оросительных и сбросных каналов, 7) лесные и колковые насаждения на песках, 8) лесные насаждения на пастбищах, 9) насаждения вдоль железнодорожных и автомобильных путей, 10) насаждения в населенных пунктах.

Полосы, окаймляющие поля, состоят: 1) из основных (продольных) полос, располагающихся перпендикулярно или под углом не более 30° к господствующим ветрам, и 2) поперечных, устраиваемых перпендикулярно продольным. Таким образом сельскохозяйственные угодья делятся на прямоугольные клетки, в которых основные полосы располагаются вдоль длинных сторон межполосных клеток, а поперечные — вдоль коротких сторон. Большинство технических операций выполняется обычно в направлении, параллельном продольным (основным) полосам.

Физико-географическое обоснование размещения полезащитных лесных полос включает расчеты ширины самих полос, ширины и длины пространства между полосами, расстояния полос от характерных форм рельефа и др.

Теоретические расчеты показали, что оптимальная ширина полезащитной лесополосы — от 8 до 15 м. При этом ветроломное действие полос увеличивается только до определенной ширины. Внутри самой полосы расстояние между отдельными рядами наиболее выгодно в пределах от 3 до 7 м. Водорегулирующие полосы, предназначенные для борьбы с водной эрозией, рекомендуются шириной 12—20, а прибалочные — 15—30 м.

Для проезда транспорта и сельскохозяйственных машин в местах пересечения лесных полос обычно делают разрыв в 30—50 м, но он должен перекрываться поперечной полосой таким образом, чтобы не было сквозного действия ветра, особенно в районах пыльных бурь.

В равнинных частях на неорошаемых землях расстояние между продольными лесными полосами должно быть от 150 до 600, между поперечными — от 1000 до 2000 м; ширина полос — от 8 до 30 м. На орошаемых землях число полос обычно от 2 до 6, ширина полос — от 6 до 18 м с двух сторон каналов. Для расчета оптимальных расстояний между лесными полосами используется ряд формул и номограмм, предложенных Д. Л. Армандом, Г. П. Сурмачем, Г. А. Харитоновой и др.

Водопоглощающие лесные полосы закладываются преимущественно на границах приводораздельной и притесьевой зон. Расстояние между полосами обычно составляет от 200 до 400 м.

Противоэрозионные лесонасаждения создаются на различных участках. Приовражные и прибалочные лесные полосы (от 2 до 4) закладываются шириной от 20 до 50 м недалеко от бровки оврага или балки. Основное их назначение — уменьшение весеннего стока снеговых вод. Полосы эти обычно плотные, состоящие из многих ярусов деревьев и большого количества

кустарников. На крутых склонах (выше 8—9°) гидрографической сети проводят облесение, с тем чтобы скрепить почву корневой системой растения и предохранить ее от разрушения. Прибегают иногда к предварительному террасированию склонов. Нередко проводят облесение и дна оврага.

В эродлируемых районах эффект лесных полос выше при сочетании с другими мероприятиями, такими, как гидротехнические и агротехнические.

Важное значение имеет конструкция лесных полос (табл. 19).

Таблица 19
Конструкция лесных полос и их характеристика
(по ВНИАЛМИ)

Лесная полоса	Характер просветов по профилю	Площадь просветов, %	
		между стволами	в кронах
Плотная	без просветов	0	0
Умеренно ажурная	мало просветов по всему профилю	15—20	15—20
Ажурная	среднее количество просветов по всему профилю	25—35	25—35
Ажурно-продуваемая	много просветов между стволами и мало в кронах	60—70	15—30
Продуваемая	много просветов между стволами, нет просветов в кронах	60—70	0

Ажурно-продуваемые и продуваемые полезащитные лесные полосы рекомендуются для районов с холодной и снежной зимой (Заволжье, Западная Сибирь, Северный Казахстан), где при иных конструкциях в полосах набираются большие сугробы снега; продуваемые — в районах с зимними оттепелями (Украина, Центрально-Черноземные области, Нижнее Поволжье); ажурные и продуваемые — в остродефляционных районах с мягкой зимой (Северный Кавказ, Молдавия, Средняя Азия).

Водорегулирующие лесные полосы — ажурные и плотные, а приовражные и прибалочные — умеренно ажурные.

IV.2. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Лесные насаждения должны выполнять ветрозащитную и водорегулирующую функции; быть долговечными, с хорошим ростом и мощным укоренением; обладать способностью к быстрому смыканию крон и хорошему затенению почвы; обеспечивать подавление сорной растительности.

Для осуществления перечисленных функций лесные насаждения создают как однопорядными группами, так и смешанными: при определенных соотношениях вводят основную и сопутствующие древесные культуры, а также кустарники.

Основная древесная порода образует верхний полог насаждений. Второй ярус представлен породами сопутствующими,

которые формируют необходимые условия для главной породы. Кустарниковые породы входят в третий ярус — подлесок; их назначение — борьба с сорной растительностью, уменьшение испарения с поверхности почвы, затенение почвы и снегонакопление в полосах.

К числу главных пород лесных насаждений относятся: 1) дуб черешчатый — обладает мощной и глубокой корневой системой, выносит значительную засоленность и сухость почвы, долговечен; 2) береза бородавчатая — одна из лучших пород для лесных полос в северных районах степной зоны и лесостепи; 3) лиственница — быстрорастущая среди хвойных пород, высокорослая и долговечная порода в лесостепи и частично в северных районах степи; 4) сосна обыкновенная — рекомендуется в лесных полосах, создаваемых на легких супесчаных почвах и песках; 5) тополь канадский, пирамидальный, черный, китайский — быстрорастущая, высокорослая порода высотой до 40 м; 6) акация белая — засухоустойчивая порода, лучше произрастает на почвах легкого и среднего механического состава; 7) вяз мелколистный — быстро растет на всех почвах, однако опыта длительного его выращивания в полосах еще нет; 8) ива ломкая, белая, вавилонская и др. — рекомендуется для обсадки прудов, водоемов, каналов; достигает значительной высоты (до 25 м); 9) гледичия — засухоустойчивая, светолюбивая, но слабоморозостойкая порода; культивируется в смеси с теневыносливыми породами или кустарниками; 10) орех грецкий, серый, черный — быстрорастущая порода главным образом на богатых почвах юга Украины и приазовских черноземах.

Лучшими сопутствующими породами являются: 1) липа мелколистная, 2) клен остролистный, 3) граб, 4) яблоня дикая, 5) груша дикая, 6) шелковица белая.

К кустарниковым (подлесочным) породам относятся: 1) клен татарский — очень высокий кустарник; растет даже в самых жестких почвенно-климатических условиях на светло-каштановых почвах Заволжья; лучшая, сопутствующая дубу, порода; достигает в 20-летнем возрасте 6 м в высоту; 2) жимолость татарская — высотой 2—3 м, засухоустойчива, обладает быстрым ростом, нетребовательна к почвам; 3) бересклет бородавчатый — высотой до 2 м, европейский — до 5 м, теневынослив; 4) бузина красная — высотой до 4 м, обладает сильным ростом в начале развития, хорошо затеняет почву; 5) рябина — засухоустойчивая, быстро растет, рекомендуется в лесостепных районах; 6) калина — высотой до 4 м — весьма требовательна к плодородию почвы, пригодна в лесостепной и северной частях степной зоны; 7) кизил — относительно засухоустойчивый кустарник высотой до 5 м и более; 8) смородина золотистая — высотой около 2 м, выносит засоленные каштановые почвы, засухо- и морозоустойчива; 9) спирея — высотой до 1 м, удаётся на засоленных каштановых почвах, проникает на юг в полупустынную зону; 10) лох узколистный — высотой до 8 м, весь-

ма засухоустойчив и солевынослив, может расти на тяжело-суглинистых, светло-каштановых почвах, но недолговечен; 11) тамариск — высотой до 5 м, очень засухоустойчив, легко мирится с засоленностью почв, рекомендуется для каштановых почв степных районов, полупустынь и пустынь.

При посадках лесных полос в крайние ряды вводят также плодовые деревья и кустарники (до 10—15%): абрикос, сливу, алычу, вишню, грушу, яблоню, терн, смородину и др.

В разных географических районах рекомендуются различные из указанных пород.

В практике применялись три типа смешения лесных пород и кустарников:

1) древесно-теневой, при котором лесные насаждения состоят из двух ярусов древесных пород — верхнего и нижнего; первый образован из главной породы (дуба, березы, сосны, лиственницы и других высокорослых пород), второй — из сопутствующих теневыносливых пород (клена остролистного, липы, граба и др.);

2) древесно-кустарниковый с соотношением древесных и кустарниковых пород 1:1: дуба — 25%, сопутствующих древесных пород — 25 и кустарников — 50%;

3) смешанный тип, в котором 75% древесных пород и 25% кустарников.

При осуществлении полезащитного лесоразведения важное значение имеет правильный учет физико-географических условий: климатических, водного режима почв, их механического состава, степени засоленности почв, геоморфологических и геоботанических условий.

Всесторонняя оценка природных условий необходима для дифференцированного применения способов полезащитного лесоразведения. Недоучет этих важных положений и шаблонное применение агротехники приводили в прошлом к большому изреживанию и даже гибели посадок и посевов лесных пород, особенно в районах с недостаточным увлажнением почвы.

Большое значение имеет уход за лесополосами. Он предусматривает: пополнение культур, уход за почвой в междурядьях, рубку кустарников, подчистку ветвей, осветление и прочистку (с 10 лет) через 3—4 года, прореживание (рубка насаждений в возрасте от 15 до 30 лет) на 10—15% через 3—5 лет, санитарную рубку (после 30 лет) раз в 5 лет.

Быстрорастущие, но менее долговечные сопутствующие породы не должны превышать высоту основной породы. Поэтому осветление производят тогда, когда сопутствующие породы начинают сверху закрывать основные. Вырубают для этого наиболее развитые деревья.

В еще большей мере нуждаются лесные полосы в рубке кустарников для лучшего продувания лесных полос и влияния их на поля. В молодом возрасте, пока лесные насаждения не окрепли, некоторое загущение их подростом весьма необходимо;

с 10—15-летнего возраста нижний подлесок нецелесообразен и его вырубают.

В горных районах лесомелиоративные мероприятия направлены на регулирование поверхностного стока и предупреждение селевых потоков. Селевые потоки причиняют огромный вред. Они заносят сельскохозяйственные угодья, плантации хлопчатника и риса, ирригационные сооружения, жилые постройки и транспортные пути. Сели в горах наблюдаются периодически через 5—7 лет, а интенсивные — примерно через 20 лет. Облесение горных склонов представляет собой радикальную меру борьбы с селями.

Предварительно на горных склонах создают земляные террасы. На них высаживаются древесные породы. Террасы задерживают влагу и препятствуют разрушению почв, а лесные насаждения осуществляют свою основную роль — задержание селевых потоков. Горно-лесомелиоративные работы проводятся в Крыму, Средней Азии, на Северном Кавказе и в Закавказье. Для облесения террас используют породы: белую акацию, гледичию, грецкий орех, шелковицу, миндаль абрикос, дуб, клен остролистый, липу, тополь и др. Созданы специальные машины-террасеры, выполняющие работы по созданию террас на склонах. Террасирование применяют на склонах, имеющих уклон более 13°.

На орошаемых землях лесные насаждения улучшают микроклимат полей, уменьшают процесс вторичного засоления почв и фильтрацию воды, понижают уровень грунтовых вод.

Лесные полосы закладываются около крупных магистральных каналов обычно шириной 10—15 м с каждой стороны и у распределительных каналов шириной 5—10 м. Комплексное влияние орошения и лесных полос, снижающих испаряемость, имеет существенное значение для орошаемого земледелия, так как позволяет уменьшить примерно на 15% нормы орошения.

IV.3. МЕЛИОРАЦИЯ ПЕСЧАНЫХ ПРОСТРАНСТВ

По данным Почвенного института им. В. В. Докучаева, общая площадь песков и песчаных почв в странах СНГ составляет около 200 млн га, площадь собственно песков (сыпучих и частично закрепленных) — около 70 млн га.

Основные площади песчаных пространств сосредоточены в пустынной и полупустынной зонах Туркмении и Казахстана. Самые крупные массивы песков — это Каракумские (35 млн га) и Кызылкумские (около 20 млн га), более мелкие — Муюнкумы, Барсуки, Приаралья, Прибалхашья. В степной и лесостепной зонах европейской части РФ общая площадь песков составляет около 3,4 млн га; на территории Украины — около 0,6 млн га. Значительные участки песков встречаются в нечерноземной полосе, где они представлены преимущественно песками аллювиального и ледникового происхождения. В Нечерноземье эти почвы распространены крайне неравномерно.

Так, на территории Белорусского и Украинского Полесья они занимают около 70% сельскохозяйственных угодий, в государствах Балтии — 27%, в европейской части Нечерноземной зоны РФ — 21%. О распределении легких почв по отдельным областям РФ можно судить по данным табл. 20.

Таблица 20

Площади, занимаемые легкими почвами, в Нечерноземной зоне РФ, тыс. га

Экономический район, республики, области	Площадь пашни	Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы	
		площадь	% пашни
Центральный			
Брянская	1 430	709	55,9
Владимирская	689	300	43,5
Ивановская	668	108	16,2
Тверская	1 686	260	15,4
Калужская	1 055	301	28,5
Костромская	771	284	36,8
Московская	1 263	125	9,9
Рязанская	1 948	468	24,0
Смоленская	1 599	285	17,8
Тульская	1 683	30	1,8
Ярославская	853	121	14,2
Итого	13 645	3081	22,5
Волго-Вятский			
Нижегородская	2 389	475	19,9
Кировская	2 799	520	18,6
Марий Эл	660	85	12,9
Мордовия	1 337	190	14,2
Чувашия	875	48	5,5
Итого	8 060	1318	16,3
Северо-Западный			
Архангельская	356	194	54,5
Вологодская	1 013	240	23,7
Калининградская	385	101	26,3
Ленинградская	440	118	27,0
Мурманская	7	—	—
Новгородская	673	209	31,1
Псковская	1 221	330	27,0
Карелия	92	61	66,3
Коми	99	—	—
Итого	4 286	1253	29,2
Всего	25 991	5562	21,7

Народнохозяйственное значение и использование песков определяются их состоянием. Различают два состояния песков: подвижные (сыпучие) и закрепленные. В полупустынной и частично в пустынной зонах закрепленные пески служат ценными пастбищами для каракулевых, мясо-шерстных овец и верблюдов.

Пески могут переходить из одного состояния в другое. Процесс превращения закрепленных песков в подвижные интенсивно происходит при неправильном их использовании (чрезмерном выпасе скота, уничтожении растительности и др.). Подвижные пески наносят большой ущерб народному хозяйству. Передвигаясь, они заносят посевы, лесопосадки, водоемы, дороги и населенные пункты. Превращение закрепленных песков в сыпучие идет постепенно, через определенные стадии. В пустынных областях вначале формируются отдельные бугорки развевания (I стадия), которые, увеличиваясь в размерах, смыкаются в цепи (II и III стадии) и образуют подвижные барханы (IV стадия). Появляются новые виды растительности, которые постепенно сокращаются и уже на последней, четвертой, стадии почти полностью исчезают. Скорость создания и передвижения барханов зависит от рельефа местности, силы ветра, величины бархана и свойств песка. Она может изменяться от нескольких метров до 300—500 м в год.

Песчаные бугры, образовавшиеся по берегам рек и водоемов, называются дюнами. По закономерностям развития они во многом схожи с барханами.

Поселяющиеся на песках растения называются псаммофитами (песколюбями). Типичные представители псаммофитов в Средней Азии: селин, кандым, черкез, древовидная солянка, песчаный овес, кумарчик, шелюга, саксаул песчаный и др.

Для механического состава песков характерна хорошая отсортированность, которая зависит от длительности перевевания и минералогического состава. В зависимости от диаметра песчинок песок принято разделять на крупный (диаметр песчинок 1,5—1 мм), средний (1—0,25), мелкий (0,25—0,05) и песчаную пыль (0,05—0,01 мм).

Пески отличаются очень высокой водопроницаемостью, особенно рыхлые грубозернистые, и незначительной влагоемкостью. Водоудерживающая способность грубозернистых песков очень низкая. Подсчитано, что общая влагоемкость крупнозернистых песков равна 3—7, мелкозернистых — 15—20% объема.

Пески характеризуются низким капиллярным подъемом. Так, капиллярный подъем глин равен 2 м, а крупнозернистых песков — менее 0,5 м.

Следует отметить физические свойства песков, которые влияют на их водный режим и использование. Это прежде всего теплоемкость, теплопроводность и порозность. Пески имеют низкую теплоемкость, но очень высокую теплопроводность. Поэтому тепло от поверхности в нижележащие горизонты переда-

ется быстро, и в зимний период пески промерзают на большую глубину, чем тяжелые почвы, а весной быстрее оттаивают. Порозность песка ниже, чем глины (около 40%), однако величина пор большая, и поэтому вода через песок проходит быстрее, чем через глину.

В результате своеобразия водно-физических свойств песков в них складывается специфический водный режим. При высокой водопроницаемости и незначительном капиллярном поднятии поверхностные воды просачиваются до водонепроницаемого горизонта и скапливаются там, расходуясь только путем внутрипочвенного испарения. Этим в некоторой степени объясняется наличие больших подземных водохранилищ в пустынных областях. Особенностью водного режима является также то, что благодаря высокой теплопроводности в дневное время пески сильно нагреваются, а ночью охлаждаются. Это вызывает значительную конденсацию влаги на поверхности, которая проникает вглубь и сохраняется из-за небольшой испаряющей способности песков.

Мелиорация песчаных пространств заключается в предотвращении подвижности песков, обогащении их питательными веществами, улучшении водно-воздушного режима и вовлечении в хозяйственный оборот. Все мероприятия, проводимые при мелиорации песчаных пространств, можно подразделить на две группы: профилактические (или предупредительные) и основные (или активные). Первые, как правило, не требуют капитальных затрат, проводятся в начальной стадии подвижности песков и заключаются в регулировании эксплуатации песков (пастбища и прогоны скота, устройство дорог и т. д.). Предохраняются пески от подвижности путем введения специальных севооборотов, плановой рубки леса, создания охраняемых полос вокруг населенных пунктов, дорог и других объектов.

Основные мероприятия по борьбе с подвижностью песков сводятся к механической защите и агро-мелиоративному закреплению их растительностью.

Механическая защита заключается в устройстве специальных щитов, изгородей и других искусственных препятствий, которые чаще создаются из стеблей камыша, тростника, рогоза или же соломы культурных злаков. По способу проведения механическая защита бывает стоячая и устилочная. Стоячая размещается рядами, перпендикулярно к ветру; устилочная представляет собой слой стеблей трав, закрепленных специальными шпильками и образующих сплошной покров на поверхности. Механическая защита более необходима и применяется в пустынях и полупустынях. Срок ее службы 2—3 года.

Агролесомелиоративное закрепление песков сводится к посеву трав, посадке кустарниковой растительности (шелюгование) и облесению.

При закреплении песков путем травосеяния применяют семена растений-псаммофитов. Это песчаный овес, селин, кумар-

чик и некоторые другие. Из кустарников, особенно в степной и полупустынной зонах, чаще всего используются ивы (красная и желтая шелюга, каспийская ива и др.), посадка которых производится черенками под плуг ранней весной. При правильном уходе ивовые насаждения могут достигать возраста свыше 20 лет. Для закрепления песков в пустынной зоне используются песчаная акация, черкез, кандым, джужгун и другие кустарники.

Облесение песков начинается, как правило, после приостановления их передвижения путем механической защиты, посева трав или закрепления кустарниковой растительностью (через 2—3 года). Основными древесными породами, применяемыми для облесения песков, являются: в лесостепной зоне — береза, сосна обыкновенная, дуб, тополь; в степной — сосна крымская, сосна обыкновенная, дуб, тополь, шелковица белая, абрикос; в полупустынной — вяз мелколистный, тополь, шелковица белая, абрикос, в пустынной наиболее распространен саксаул.

В зависимости от назначения и использования массивов закрепленных песков посадка леса производится различными способами. На участках, не используемых под сельскохозяйственные культуры, в условиях, благоприятных для роста древесных пород, применяется сплошное лесонасаждение. В полупустынной зоне практикуется частичное лесонасаждение. При необходимости защиты полей от засыпания песком проводится посадка лесополос.

После закрепления песков с поселением на них растительности начинается развитие почвообразовательного процесса. Это приводит к формированию уплотненного гумусированного горизонта, обогащению питательными веществами и улучшению водно-воздушных свойств субстрата.

Проектирование агролесомелиорации песчаных пространств осуществляется с учетом всего комплекса природных факторов (климата, рельефа, агрохимической ценности песков, уровня грунтовых вод и др.). На основании этого каждому конкретному району предлагается определенная схема агролесомелиорации. Например, в зоне сухих степей, где большинство песчаных почв пригодно для разведения виноградников, выращивания абрикосов, развития бахчеводства, выращивания картофеля и других сельскохозяйственных культур, проектирование агролесомелиоративных мероприятий проводится таким образом, чтобы значительная площадь этих территорий могла быть использована для сельскохозяйственных целей. Примером рационального комплексного использования песчаных пространств могут быть Нижний Дон и низовье Днепра, где выращивают высококачественные сорта винограда, абрикосов, вишни, персиков, арбузов и других культур. На песках Терско-Кумской полупустыни растут высококачественный виноград, абрикосы и другие культуры в окружении хорошо развивающейся сосны белой акации, ясеня и тополя.

Освоение и использование песчаных массивов нечерноземной полосы имеют также большое значение. Приемы окультуривания песчаных почв заключаются в следующем. Первостепенную роль играет систематическое внесение органических и минеральных удобрений и известкование. Широко применяются посевы люпина и сераделлы. Важное место занимают: углубление пахотного слоя и безотвальная обработка почвы. Применение правильных севооборотов, т. е. научно обоснованное чередование культур, также способствует обогащению почвы питательными веществами, улучшает ее физические свойства.

В последнее время проводятся и другие мероприятия. Например, глубокое послойное внесение торфонавозных удобрений, т. е. создание органических прослоек на определенной глубине в почве. В связи с тем, что отрицательные водно-физические свойства песков и песчаных почв обусловлены в основном низким содержанием в них высокодисперсных фракций (ила, физической глины), большое значение имеет глинование. Оно заключается во внесении в почву одновременно с удобрениями определенного количества размельченной глины.

Проведение перечисленных мероприятий позволяет окультурить песчаные участки и превратить их в плодородные земли.

IV. 4. ВЛИЯНИЕ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ НА ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

Лесные насаждения оказывают влияние на микроклимат, почву, растительность и рельеф. Они уменьшают скорость ветра, ослабляют вертикальное перемешивание воздуха над полями, замедляют перенос водяного пара в верхние слои воздуха, снижают вредное действие суховея и пыльных бурь. Кроме того, лесные насаждения оказывают воздействие на водный режим территории: пополняют запасы почвенной влаги, уменьшают глубину промерзания почвы, увеличивают высоту снежного покрова и превращают поверхностный сток в грунтовый.

Расстояние и степень ветрозащитного действия лесных полос зависят от скорости и направления ветра, высоты, ориентации и конструкции полос. Наибольшую эффективность оказывают полосы в тех случаях, когда ветер дует в перпендикулярном к ним направлении или под небольшим углом. Чем выше лесные полосы, тем больше их эффективность.

Наиболее эффективны полезащитные лесонасаждения ажурной и продуваемой конструкций, т. е. достаточно продуваемые внизу и густые вверху. Через такие полосы проходит 30—40% воздушного потока, а 50—70% потока переваливает через нее. В просочившейся части потока уменьшается величина турбулентности, а за полосой ослабляется перемешивание приземных слоев воздуха.

По расчетам А. Р. Константинова и Л. Р. Струзера (1965), ветрозащитное действие ажурных и продуваемых лесных полос

распространяется на расстояние 40—50-кратное высоте полос, а для непродуваемых — 20—30-кратное. Наибольшей ветрозащитной эффективностью обладают полосы с общей продуваемостью 20—40%. Лучше уменьшают скорость ветра такие полосы, в которых продуваемость в нижней части может достигать до 60% и более с постепенным уменьшением с высотой.

Лесные полосы существенно снижают испарение. На полях размером 50—100 га, защищенных лесными полосами, испарение снижается на 10—20%, что является основным улучшением условий произрастания культур. Коэффициент транспирации растений под влиянием лесных полос уменьшается примерно на 15%, а при применении высокой агротехники — еще примерно на 20%. Испарение с паровых полей, зяби, с почвы между растениями (непродуктивное испарение) под влиянием лесных полос уменьшается примерно на 15%, а в комплексе с агротехническими приемами агролесомелиоративные мероприятия понижают испарение с оголенной почвы примерно на 30%.

Хотя лесные полосы в сочетании с приемами высокой агротехники уменьшают суммарное испарение с полей, повышенные запасы почвенной влаги и высокие урожаи зерновых культур на полях, окруженных лесными полосами, в среднем увеличивают суммарное испарение на 10—15%.

Лесные полосы оказывают существенное влияние на изменение высоты и характер распределения снежного покрова. На открытых полях степных районов значительное количество снега (до 50%) сносится в пониженные места. Под защитой лесных полос он более равномерно распределяется по всей территории. Однако распределение снежного покрова в межполосных пространствах неравномерное и зависит в значительной степени от конструкции и ширины лесной полосы. Широкие и плотные лесные полосы накапливают много снега внутри полос, около них образуются снежные сугробы большой высоты, которые весной медленно тают и тем самым затягивают вблизи полос начало полевых работ. На остальной площади по мере удаления от лесной полосы высота снежного покрова соответственно уменьшается, особенно в микроклиматической зоне выдувания. При ажурных и продуваемых конструкциях полос распределение снежного покрова более равномерное по площади, чем у непродуваемых. Шлейф снегоотложения у продуваемых и ажурных лесных полос значительно длиннее, чем у непродуваемых.

Наблюдения в степной и лесостепной зонах показали, что полезащитные лесные полосы в сочетании с передовыми приемами агротехники повышают запасы продуктивной почвенной влаги в метровом слое под яровыми зерновыми культурами от 60 мм на юге до 100 мм на северо-востоке засушливой зоны РФ. Такие изменения со всеми экологическими последствиями приближают условия степной зоны к лесостепной.

Лесные полосы предохраняют верхние слои почвы от выдувания, которое особенно проявляется во время сильных пыльных

бурь, наблюдавшихся на юге Украины, Северном Кавказе, в Казахстане, на юге Западной Сибири, в Забайкалье. Они играют также важную роль в предотвращении водной эрозии почв, в уменьшении смыва почв и поверхностного (жидкого и твердого) стока воды.

В безлесных Сальских степях, на Северном Кавказе, в Каменной степи Воронежской обл. и многих других регионах выросли и хорошо прижились полезащитные лесные полосы. Они убедительно свидетельствуют о преобразующей роли лесных насаждений и создании нового культурного ландшафта. Воздействие на природу при помощи такого мощного биологического объекта, каким является лес в засушливых районах страны, в будущем несомненно скажется как на всем облике этих территорий, так и на повышении продуктивности сельскохозяйственного производства и устойчивости урожаев сельскохозяйственных культур.

Лесные насаждения оказывают благоприятное влияние на урожайность полей, находящихся под их защитой (табл. 21).

Таблица 21

Прибавка урожая сельскохозяйственных культур на полях, защищенных лесными полосами, ц/га год (по ВНИАЛМИ)

Культура	Северный Кавказ	Центрально-черноземные области и Поволжье	Западная Сибирь и Казахстан
Зерновые и подсолнечник	4,0	3,0	2,5
Сахарная свекла, овощи	60	50	55
Кукуруза на силос (зеленая масса)	50	80	60

Прибавка урожая на полях, защищенных лесными полосами, пропорциональна высоте полос и обратно пропорциональна величине межполосных пространств, она зависит также от общего урожая агротехники и средней урожайности на открытых полях. Эффективность полезащитных лесных полос наиболее высокая в засушливые годы. Так, в засуху 1972 г. урожай озимой пшеницы был выше на 10,4 ц/га (51%), в 1975 г. — на 9,5 ц/га, чем на открытых полях; а в благоприятные по погоде годы всего на 3—5 ц/га. По мере продвижения на юг эффективность лесомелиорации повышается. В 1984 г., когда наблюдались засуха и пыльные бури, урожай зерновых на защищенных лесополосами полях был выше, чем на открытых полях: на севере степи Украины на 4—5, а на юге — на 8—11 ц/га (Милосердов, 1991).

На Дальнем Востоке лесомелиорация имеет как защитную, так и тепловую функции в силу аккумуляции зимой снежного покрова и ослабления ветров летом. На защищенных лесом полях сумма отрицательных температур в почве в 2—3 раза

меньше, чем на открытых. Увеличение сумм температур под влиянием леса составляет 350—400°, из них в летний период — 140—180°, что позволяет улучшать теплообеспеченность почв и выращивать теплолюбивые культуры. Различия в температуре верхних слоев почвы на защищенных лесом полях и незащищенных на сезонно-промерзающих полях на 2—3, а на многолетне-мерзлых — на 4—6°. Полное оттаивание почвы в зоне влияния леса происходит на 2—4 декады раньше, чем на открытых полях.

ГЛАВА V

ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОДНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

V.1. ЗНАЧЕНИЕ И ПОТРЕБНОСТЬ ВОДНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Преобразование ландшафтов при помощи регулирования их водного режима осуществляется путем осушения, обводнения, орошения и создания водохранилищ. Практика водных мелиораций сельскохозяйственного назначения насчитывает несколько тысячелетий. Современные масштабы осушения и орошения приведены в табл. 22.

Таблица 22

Площадь орошаемых и осушенных земель в мире, млн га
(по Н. Ф. Глазовскому, 1989)

Страна, материк	Орошаемые земли	Осушенные земли
СССР	20,5	15,2
Зарубежная Европа	16	40
Зарубежная Азия	136	28,3
Африка	11	2,1
Австралия и Океания	2	
Северная и Центральная Америка	27,5	56
Южная Америка	8,5	15
Итого	221,5	156,6

В настоящее время, по данным ФАО ООН, 2/5 мировой продукции сельского хозяйства получают с мелиорированных земель.

В нашей стране гидромелиорация стала развиваться особенно интенсивно после 1966 г. Динамика ее представлена в табл. 23. На начало 1989 г. площадь орошаемых земель достигла 20,5, а осушенных — 19,8 млн га. Правда, непосредственно используется несколько меньше: орошаемых — 19,8, а осушенных около 15 млн га.

При проектировании и проведении водных мелиораций ста-

Наличие и использование орошаемых и осушенных сельскохозяйственных угодий в государственном секторе СССР, млн га

	1970	1980	1985	1986	1987	1988
Наличие:						
орошаемых земель	10,8	17,3	19,7	20,2	20,2	20,5
осушаемых земель	7,4	16,9	14,6	14,9	14,9	16,1
Использовалось:						
орошаемых	10,4	16,7	19,1	19,5	19,6	19,8
осушенных	6,9	12,0	14,0	14,3	14,4	14,7

вится задача коренного улучшения водно-воздушного, термического и питательного режимов растений, а также рационального использования водных ресурсов. Водные мелиорации — не самоцель, а средство интенсификации сельскохозяйственного производства и оптимизации ландшафта.

Основным источником пресной воды на Земле являются атмосферные осадки, которые на территории России и стран СНГ распределены неравномерно. Их количество возрастает при движении с севера на юг и уменьшается с запада на восток. В широтном направлении максимум осадков приходится на подзоны средней и южной тайги европейской части России и на Приуралье (до 850—950 мм); минимум осадков (400 мм) был зарегистрирован на восточной окраине Среднесибирского плоскогорья; по направлению к Тихому океану их количество возрастает до 1000—1200 мм на Сихотэ-Алине, южной части Сахалина и на юго-восточном макросклоне (побережье) Камчатки.

Неравномерность распределения осадков проявляется и на региональном уровне. Так, в районе Рыбинского водохранилища выпадает 600—650 мм влаги, а в районе Валдайской возвышенности — более 800 мм.

Правильный выбор направления и способов проведения водных мелиораций зависит от комплекса природных условий — климата, механического состава почв и грунтов, рельефа и т. д. Наиболее важна увлажненность полей. В содержание этого понятия вкладывается рассмотрение как общих гидротермических условий региона (соотношения тепла и влаги, структуры водного баланса, внутригодовой структуры атмосферного увлажнения и теплообеспеченности), так и типов водного питания.

При оценке естественной увлажненности территории и потребности в мелиорации удовлетворительно зарекомендовал себя метод гидротермических коэффициентов. В дополнение к указанным во второй главе и широко используемым коэффициентам Г. Т. Селянинова, Д. И. Шашко, П. И. Колоскова и М. И. Будыко, приведем коэффициент увлажнения Н. Н. Иванова (1) и коэффициент испарения А. М. Алпатьева (2):

$$K = \frac{X}{E_0} = \frac{X}{0,0018 (25 + t)^2 (100 - f)}; \quad (1)$$

$$K_n = \frac{E}{E_0}. \quad (2)$$

в которых X — годовые атмосферные осадки, E_0 — максимально возможное испарение (испаряемость), t — средняя месячная температура воздуха, f — средняя месячная относительная влажность воздуха, K_n — коэффициент испарения, физически равный отношению затрат тепла на суммарное испарение к величине годового радиационного баланса.

Связь коэффициента испарения с типами и подтипами ландшафтов и с направленностью водных мелиораций очевидна (табл. 24).

Таблица 24

Гидротермические условия типов и подтипов ландшафтов и потребность в водных мелиорациях

Тип (подтип) ландшафта	E/E_0	Подтип водных мелиораций
Тундровый	0,85—0,90	дренаж
Северотазовый	0,80—0,85	то же
Среднетаежный	0,76—0,85	»
Южнотаежный	0,72—0,80	дренаж (выборочно)
Широколиственных и смешанных лесов	0,67—0,75	дренаж (выборочно), выборочно осушительно-увлажнительные системы
Лесостепной	0,55—0,70	выборочно увлажнительные системы
Степной	0,30—0,55	то же
Полупустынный	0,10—0,40	орошение и обводнение
Пустынный	менее 0,15	то же

Однако каждый из гидротермических коэффициентов имеет индивидуальные свойства. Так, коэффициент увлажнения Н. Н. Иванова более целесообразно применять при мелиоративном районировании территорий с недостаточным увлажнением, так как он прямо показывает, в какой мере осадки возмещают возможное испарение с открытой водной поверхности в данных климатических условиях.

Индекс сухости М. И. Будыко как показатель увлажнения указывает на долю осадков, которая может быть поглощена суммарным испарением, и остальную долю основной приходной части водного баланса, которая должна быть либо сброшена в осушительную сеть, либо зарегулирована. Поэтому радиационный индекс сухости более подходит для мелиоративного районирования в зоне достаточного и избыточного увлажнения.

Гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова позволя-

ет характеризовать водообеспеченность территории за вегетационный период или отдельные его интервалы.

Большое мелиоративное значение имеет коэффициент инфильтрации или поглощения осадков почвой β . Его получают путем деления количества влаги, поглощенной почвой, на количество осадков.

Содержащаяся в почве вода делится на продуктивную и непродуктивную. Количество воды в почве, при котором растения поддерживают свою жизнедеятельность и синтезируют органическое вещество, считается продуктивным. Нижний предел этого содержания — влажность устойчивого завядания растений. Содержание воды в почве, при котором вода не используется растениями для создания органического вещества, называется непродуктивным. Продуктивный запас воды в почве равен ее общим запасам за вычетом непродуктивного. Наибольшее количество продуктивной влаги содержат высокогумусированные почвы (табл. 25). Запасы продуктивной влаги в почвах

Таблица 25

Максимально возможные запасы влаги в почвах, мм*
(по С. А. Вериге, Л. А. Разумовой, 1983)

Почва	Мощность расчетного слоя, см	Продуктивная влага при		Продуктивная влага при влагоемкости	
		максимальной гигроскопичности	влажности устойчивого завядания	наименьшей	полной
Дерново-подзолистая супесчаная Архангельской обл.	0—20	3	5	68**	97
	0—50	10	13	166**	217
	0—100	14	19	335**	409**
Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая Новгородской обл.	0—20	12	16	61**	77
	0—50	58	78	117	135
	0—100	152	203	160	200
Обыкновенный среднесуглинистый чернозем Куйбышевской обл.	0—20	10	14	43	106
	0—50	28	40	94	237
	0—100	59	82	184	438
Слабовыщелоченный глинистый чернозем Краснодарского края	0—20	25	33	43	78
	0—50	64	86	97	178
	0—100	135	181	180	337
Светлый среднесуглинистый серозем Ташкентской обл.	0—20	18	25	43	72
	0—50	47	63	96	183
	0—100	95	127	193	376

* Запас воды в почве, равный 1 мм, соответствует 10 т/га.

** При максимальной капиллярной влагоемкости.

и потребности во влаге сельскохозяйственных культур имеют строгую географическую закономерность распространения. Изучив эти показатели для зерновых культур, С. А. Вериге и Л. А. Разумова разделили территорию СССР на четыре агрогидрологические зоны в соответствии с годовым ходом запасов продуктивной влаги (рис. 11). Зона обводнения включает При-

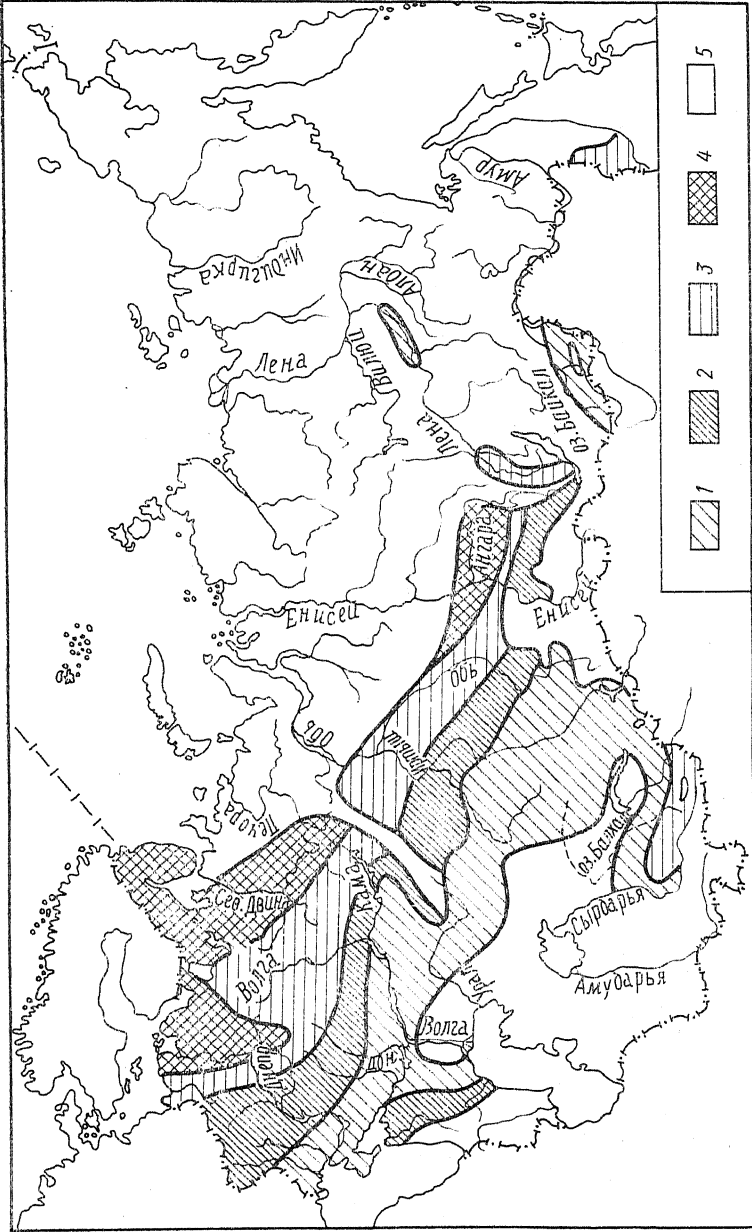


Рис. 11. Агрогидрологические зоны СССР (Вериго и Разумова, 1988): 1 — слабого весеннего промачивания, 2 — полного весеннего промачивания, 3 — капиллярного промачивания, 4 — обводнения, 5 — районы горные, поливные и слабо изученные в отношении влажных почв

балтику, часть Белоруссии, северо-запад европейской части, часть Западно-Сибирской равнины; зона капиллярного увлажнения — территорию севернее линии Калининград — Ливны — Кудымкар — Тобольск — Кемерово; зона полного весеннего промачивания лежит южнее зоны капиллярного увлажнения до линии Черновцы — Харьков — Пермь — Оренбург — Кустанай — Ишим; зона слабого весеннего промачивания — южнее и юго-восточнее зоны полного весеннего промачивания.

При водохозяйственных расчетах, для определения норм орошения и полива используются дефицит и коэффициент дефицита увлажнения. Дефицит увлажнения $E_d = E_o - X$, а коэффициент дефицита увлажнения — K_d есть отношение E_d к E_o , т. е. дефицита увлажнения к испаряемости. Заметим, что величина E_d может использоваться только в ориентировочных расчетах (прикидках), так как не отражает реальной величины водопотребления сельскохозяйственных культур, характеризует гидро-термические условия приземного слоя воздуха. Этим же недостатком страдает величина аридности (гумидности) ΔE , предложенная ВНИИ гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова:

$$\Delta E = \Sigma E_y - \Sigma E_n, \quad (3)$$

где ΣE_y — испарение с увлажненных площадей для данной зоны (территории), а ΣE_n — испарение с неувлажненных площадей.

Геофизические методы определения норм орошения разрабатывались М. И. Будыко, Г. П. Дубинским, В. С. Мезенцевым и А. Р. Константиновым.

Г. П. Дубинский (1967) предложил энергетический коэффициент тепловлагообмена $K_{ТВ}$ — отношение затрат тепла на испарение к величине турбулентного теплообмена с атмосферой LE/P (обратная величина отношения Боуэна). Найдены конкретные значения $K_{ТВ}$ для разных орошаемых культур. Транспирация влаги растениями связана не только с биологическими свойствами последних, но и с широтой местности. Коэффициент транспирации одного и того же растения на севере страны в 1,5—2 раза меньше, чем на юге.

Так как многие показатели, применяемые при характеристике водного и термического режимов и водообеспеченности, имеют определенную закономерность распределения, неоднократно делались попытки районирования территории и отдельных крупных регионов СССР по потребностям в водных мелиорациях.

Пользуясь величиной отношения количества осадков за год к сумме температур воздуха выше 10° , С. Л. Миркин (1960) выделил 7 зон естественной увлажненности: 1) избыточно влажную, 2) периодически избыточно влажную, 3) нормально влажную, 4) периодически засушливую, 5) засушливую, 6) резко засушливую, 7) сухую.

В. С. Мезенцев для разделения территории в мелиоративных целях разработал метод гидролого-климатических расчетов

(ГКР), согласно которому рассчитываются два вида дефицита естественной влагообеспеченности территории: 1) дефицит увлажнения — ΔH :

$$\Delta H = KX + (W_1 - W_2) - E_0 V_c'; \quad (4)$$

2) дефицит суммарного испарения ΔE равный $\Delta E = E - E'$, где KX — общее увлажнение; W_1 и W_2 — запасы влаги в расчетном слое почвы на начало и конец расчетного промежутка времени; E_0 — максимально возможное испарение; E' — оптимальное испарение, E — суммарное испарение; V_c — необходимый уровень оптимальности увлажнения; r — параметр, зависящий от влажности разрыва капиллярных связей.

Отдельный природный фактор или их сочетание не могут в полной мере отразить водообеспеченность территории и ее потребности в водных мелиорациях. Так, при близких средних значениях годовых осадков в тундровой и степной зонах в первой формируются условия избыточного увлажнения, а во второй — недостаточного. И даже обобщенные показатели отношения осадков к испарению (или испаряемости) не всегда правильно отражают степень увлажненности территории. Например, коэффициент увлажнения, по Н. Н. Иванову (1956), равный 1, может быть получен при уровнях осадков и испаряемости в 500 и 1000 мм. Поэтому типизацию и районирование территории по потребностям в проведении водных мелиораций необходимо осуществлять на основе учета всех или большинства основных природных компонентов и факторов. Среди них — хроноорганизация атмосферного увлажнения.

Его сущность заключается в учете сезонной (за вегетационный период) структуры атмосферного увлажнения, т. е. структуры влажных и засушливых периодов, и в соотношении выпадающих осадков к максимально возможному испарению за один элементарный цикл увлажнения. Под элементарным циклом увлажнения следует понимать один период увлажнения и следующий за ним сухой период. Следует учитывать продолжительность среднего максимального за вегетационный период срока без выпадения осадков, в течение которого влажность почвы может опуститься ниже влажности завядания растений.

Нами была проанализирована структура выпадения атмосферных осадков на ЕТС и подсчитана продолжительность периодов с осадками и без них (табл. 26). В летний период значительная часть атмосферных осадков идет на смачивание верхнего горизонта почвы и лишь небольшая их доля формирует подземный сток. Его интенсивность мала и не превышает 0,2 мм/сут в лесостепной и степной зонах и 0,6 мм/сут в лесной. Поэтому с некоторой долей условности можно считать, что летние осадки в основном идут на суммарное испарение. Его верхним пределом выступает испаряемость. Отношение осадков за элементарный цикл увлажнения X к испаряемости за этот же период E_0 позволяет судить о тенденции в изменении влагозапасов.

Внутрирассезонная структура гидротермических условий ЕТС

Пункт	Продолжительность периода, дни			Осадки X, мм/пер.	Испаряемость E ₀ , мм/пер.	Коэффициент увлажнения X/E ₀
	с осадками	без осадков	цикла			
Петрозаводск	2,41	3,06	5,5	11,1	13,9	0,80
Сыктывкар	3,05	3,07	6,1	13,5	16,5	0,82
Киров	3,33	3,56	6,9	17,2	20,6	0,83
Новгород	2,75	3,67	6,4	15,0	16,3	0,92
Йошкар-Ола	2,93	3,43	6,4	16,0	19,2	0,83
Черусти	2,70	2,96	5,7	13,2	17,3	0,76
Могилев	3,05	3,20	6,2	17,0	19,1	0,89
Ряжск	2,27	3,27	5,5	14,3	19,2	0,74
Нежин	2,47	3,26	5,7	17,5	19,2	0,91
Палласовка	1,81	5,7	7,5	10,5	42,4	0,24

Минимальные значения периодов с осадками характерны для юго-востока ЕТС (метеостанции Палласовка и Ряжск). Для остальных выбранных нами пунктов продолжительность элементарного цикла увлажнения составляла 2,41—3,3 дня. Сумма осадков за единственный период увлажнения — функция их интенсивности, которая возрастает с северо-востока на юго-запад, и продолжительности периода с осадками. В том случае, когда количество осадков, выпадающих за единственный период, равно или превосходит максимально возможное испарение, иссушения почв не происходит. Поскольку реальная величина испарения на 10—30% меньше испаряемости, то правомерно заключить, что иссушение почвы может наблюдаться в тех случаях, когда отношение X/E меньше 0,80—0,75. Можно считать, что юго-восточнее линии Владимир — Черусти — Ряжск — Липецк сооружение осушительных систем должно сопровождаться созданием увлажнительных.

Приведенный коэффициент увлажнения не учитывает того обстоятельства, что каждый год наблюдаются продолжительные интервалы без осадков. Была подсчитана продолжительность максимального за вегетационный период срока без осадков, испаряемость за этот срок. Показателем влагосодержания метрового слоя почвы выступает коэффициент γ :

$$\gamma = \frac{W - E_0}{W_{\min}}, \quad (5)$$

в котором W — запасы продуктивной влаги метрового слоя почвы на конец мая, W_{min} — удовлетворительная для растений влажность метрового слоя почвы (Вериги, Разумова, 1983).

Средняя продолжительность наиболее длительного засушливого периода на ЕТС оказалась равна в лесной зоне 9—12 дням,

в полупустынной — 17,6 (табл. 27). За этот период в лесной зоне E_0 составляет 26—35 мм, а влагозапасы в метровом слое почвы к концу засушливого периода северо-северо-западнее линии Могилев — Черусти — Йошкар-Ола — 100 мм и более, что близко к нижнему удовлетворительному минимуму для растений. Южнее указанной условной линии наблюдается иссушение почвы, поэтому создание осушительно-увлажнительных систем обязательно.

Таблица 27

Критерий влажности почв на конец засушливого периода

Пункт	Влагозапасы W в слое 0—100 см перед началом периода, мм	Средняя продолжительность наиболее длительного засушливого периода, дни	Испаряемость за период E_0 , мм	Влагозапасы $W - E_0$ на конец периода, мм	Критерий влагосодержания $\frac{W - E_0}{W_{\min}}$
Петрозаводск	190	11,8	30,2	160	1,33
Сыктывкар	190	10,4	28,1	162	1,35
Киров	150	8,8	26,4	124	1,03
Новгород	150	11,5	29,2	121	1,00
Йошкар-Ола	135	10,5	31,5	103	0,86
Черусти	125	9,4	28,8	96	0,80
Могилев	145	10,9	32,7	112	0,93
Ряжск	120	12,2	42,1	78	0,65
Нежин	130	10,7	35,1	95	0,79
Палласовка	95	17,6	95,0	0	0,00

Для обоснования проведения водных мелиораций на региональном и в особенности на локальном уровнях (уровне отдельных хозяйств) необходим анализ типов водного питания, поскольку именно тип водного питания диктует выбор способа водной мелиорации, особенно осушительной.

В наиболее завершенной форме типы водного питания природно-территориальных комплексов сформулированы А. Д. Брудастовым (1955); выделено пять основных типов: атмосферный, грунтовый, грунтово-напорный, склоновый (делювиальный) и намывной (аллювиальный). В пределах одного массива осушения может быть несколько типов водного питания, которые образуют смешанные типы. Связь типов водного питания с методами осушения земель показана в табл. 28.

Основные способы водных мелиораций и их связь с подтипами водных мелиораций будут рассмотрены ниже.

В.2. ТЕХНИКА И СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Основной задачей осушительных мелиораций является удаление избыточной влаги с болот и заболоченных земель. Если заболачивание земель вызывается поверхностными водами, то осушение этих земель сводится к удалению излишка поверх-

Методы осушения земель (по Справочнику мелиоратора, 1980)

Тип водного питания	Методы осушения	
	основной	дополнительный
Атмосферный	ускорение поверхностного стока	повышение инфильтрационной и аккумулярующей способности почв
Грунтовый	понижение уровней грунтовых вод (ускорение внутреннего стока)	перехват потока грунтовых вод, уменьшение грунтовой приточности
Грундово-напорный	понижение уровней напорных вод и уровней грунтовых вод	то же за пределами объекта осушения
Склоновый	перехват на границе объекта склонового поверхностного стока	уменьшение притока поверхностных вод со стороны
Намывной	ускорение руслового паводкового стока, защита территории от затопления	разгрузка реки системой мероприятий по регулированию стока

ностных вод путем усиления стока или же к ограждению осушаемой площади от притока вод извне. При питании болот и заболоченных земель грунтовыми водами методы осушительных мероприятий направлены на регулирование оттока грунтовых вод и поддержание оптимальной влажности почв, на ограждение от поступающих извне на осушаемый участок грунтовых вод или снижение их напора. В том случае, когда заболачивание происходит за счет нескольких источников, осушение проводится смешанным путем: открытая осушительная сеть может соединяться с закрытым дренажем и т. д. На отдельных территориях необходимо сочетать осушение с увлажнением почв в засушливые периоды года.

Причины заболачивания, источники питания болот и заболоченных земель, а также цель мелиорации определяют способы и методы ее проведения. Под способом осушения понимается характер применения технических средств, с помощью которых решаются задачи мелиорации. К способам осушения относятся: горизонтальный (закрытый, открытый, систематический, выборочный разреженный), вертикальный (головной, площадный, выборочный) и комбинированный дренаж; оградительная система; агро-мелиоративные мероприятия и др.

Метод осушения — это целевая направленность мелиоративных мероприятий, определяющая пути отвода избыточных вод. Выделяются следующие методы осушения: понижение уровней грунтовых вод, защита территории от притока вод извне, ускорение стока, регулирование длительности затопления, а также усиление фильтрации воды в нижележащие горизонты почв.

Взаимное расположение элементов осушительной подсистемы на плане и в вертикальной плоскости отражается в схеме осушения. Определяющими ее факторами являются: тип вод-

ного питания, причины заболачивания, характер использования земель и др.

Наряду со схемой осушения составляется схема комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов. Это проектно-прогнозный документ, от которого зависят характер, очередность и эффективность мелиоративного и водохозяйственного строительства. Выделяются региональные, бассейновые, областные и районные схемы.

Элементы осушительных систем. Все осушительные системы, при помощи которых осуществляется мелиорация, принято классифицировать: 1) по степени канализации (сеть каналов развитая и разреженная); 2) по способу отвода воды (самотечные и с механическим подъемом воды); 3) по типам осушительных каналов (открытые и закрытые). Выделяются также системы двустороннего действия (осушительно-оросительные, осушительно-увлажнительные с предупредительным шлюзованием). По принадлежности системы делятся на внутрихозяйственные и межхозяйственные.

В осушительной системе различают следующие основные части: оградительную, регулирующую и проводящую сети, водоприемник и сооружения на осушительной сети, водообеспечивающую и оросительную сети (рис. 12).

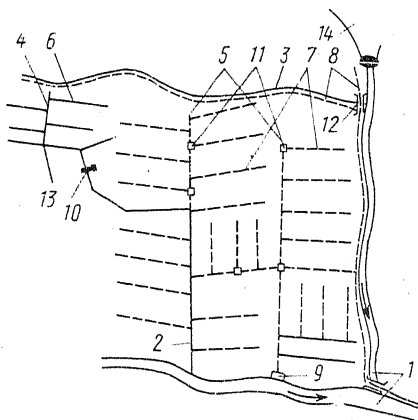


Рис. 12. Схема самотечной осушительной системы: 1 — водоприемник, 2 — магистральный канал, 3 — нагорный канал, 4 — открытый коллектор, 5 — закрытый коллектор, 6 — открытые осушители, 7 — закрытые осушители (дрены), 8 — дорожка, 9 — устье, 10 — шлюз-регулятор, 11 — смотровой колодец, 12 — мост, 13 — труба переезда, 14 — водохранилище, регулирующее сток

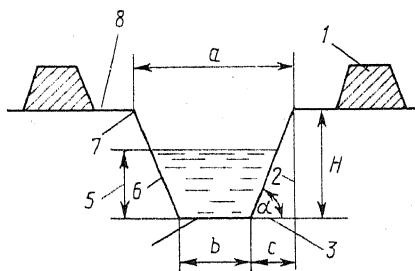


Рис. 13. Мелиоративный канал: 1 — кавальер, 2 — глубина канала, 3 — заложение откосов, 4 — дно, 5 — глубина воды, 6 — откос, 7 — бровка, 8 — берма. Остальные пояснения в тексте

Оградительная сеть служит для ограждения мелиорируемого участка от поступления вод извне. Она состоит из защи-

тных валов, нагорных и ловчих каналов. Валы создаются обычно при мелиорации пойм и в дельтах рек для защиты от паводка. Нагорные каналы предназначены для перехвата поверхностных вод. Они строятся на верхней топографической границе участка с минимальным уклоном (0,0002—0,0003). В зависимости от характера водосборов и количества поверхностных вод нагорные каналы могут быть прерывистые, подсоединенные к ближайшим коллекторам, и сплошные, подсоединенные к магистральному каналу или водоприемнику. Для задержки стока грунтовых вод служат ловчие каналы (дрены). Обычно они глубже нагорных и располагаются по гидрологической границе осушаемой площади. Ловчие каналы могут быть как открытыми, так и в виде закрытого дренажа. Для перехвата глубинных грунтовых вод по дну ловчего канала строятся трубчатые колодцы. Глубина ловчих каналов очень большая, иногда может превышать 3—4 м. Их минимальный уклон — 0,0002—0,003.

В зависимости от почвенных и гидрологических условий регулирующая сеть может быть собирательной или дренажной. Собирательная сеть состоит из собирателей на тяжелых почвах, дренажная — из осушителей на легких почвах, где сток формируется по порам подпахотных слоев почв. Назначение регулирующей сети — создавать водный и воздушный режимы почв непосредственно на осушаемой площади путем сбора и отвода избыточных поверхностных или грунтовых вод. Состав элементов регулирующей части осушительной системы зависит от метода осушения. Регулирующая осушительная сеть может быть открытой, временной и закрытой.

Открытая сеть состоит из ряда осушителей в виде каналов ложбин или борозд. Осушители обязаны отводить избыточные воды, не давая возможности им застаиваться. Поэтому конструкция осушителей должна обеспечивать беспрепятственное поступление поверхностных вод в ближайший осушитель. Это условие удовлетворяется путем расчета параметров каналов, а также расстояния между ними, расположения их относительно рельефа.

В поперечном сечении осушительные каналы чаще всего бывают в форме трапеции; только в легких сыпучих грунтах и при строительстве крупных магистральных каналов им придают параболическую или комбинированную формы.

Канал, имеющий форму трапеции, состоит из дна, откосов, бровок, бермы и кавальеров (рис. 13). Он характеризуется следующими параметрами: a — ширина по верху; b — ширина по дну; H — глубина канала; h — глубина воды; c — заложение откосов; α — угол, образованный откосом и продолжением дна канала. Эти параметры тесно связаны друг с другом и зависят от грунта и назначения канала. От крутизны откоса зависит не только пропускная способность канала, но и объем земляных работ и устойчивость откосов. Степень крутизны откоса принято выражать через отношение заложения откоса к глубине ка-

нала, которое называется коэффициентом заложения откоса. Этот коэффициент тем больше, чем больше глубина и пропускная способность канала. Для грунтов неодинаковой устойчивости приняты различные значения коэффициентов заложения откоса.

Ширина канала по дну определяется согласно расчетам и не должна быть меньше 0,25 м, Ширина по верху зависит от ширины по дну, глубины канала и коэффициента заложения откосов. При устройстве кавальеров вдоль бровки канала составляется берма шириной 0,5—1,5 м, а сам кавальер пересекается водосточными воронками для стока воды в канал.

Частота расположения и глубина осушителей зависят от количества и скорости движения поступающей в них воды. Минимальная глубина осушителей равна норме осушения для преобладающей культуры плюс глубина бытового стока и осадка грунта после осушения. Практически она колеблется от 0,7 до 1,3 м.

Нормой осушения условно считается глубина уровня грунтовых вод на середине между двумя осушителями, при которой создаются оптимальные условия для определенной сельскохозяйственной культуры в данный период ее развития. Эта величина переменная и зависит от почвенных условий, вида и фазы развития выращиваемых сельскохозяйственную культур. На практике при расчете осушительных систем используются средние значения нормы осушения, полученные опытным и расчетным путями.

В таблицах 29 и 30 в качестве примера приведены нормы осушения для полевых культур и трав (на сено), выращиваемых на торфяных почвах для средних по естественной увлажненности лет (данные ВНИИ гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова). Полученные по ним значения можно пересчитать и для других почв и культур, используя коэффициенты, представленные в табл. 29.

Таблица 29

Коэффициент пересчета норм осушения для почв различного механического состава
(Справочник мелиоратора, 1980)

Механический состав почвы	Пашня	Луг
Торф низинный	1	1
Торф верховой	0,6—0,65	0,6
Песчаные	0,75—0,8	0,75
Суглинистые	0,95—1,05	0,9

В Нечерноземной зоне нормы осушения в зависимости от механического состава почв, возделываемой культуры и сезона года изменяются от 40—50 до 120—130 см (табл. 30).

Нормы осушения в Нечерноземной зоне, см

Торфяники, мощностью более 60 см		
период	овощные, технические и зерновые культуры	многолетние травы
Предпосевной	55—65	45—55
Посевной	65—75	55—65
Вегетационный	90—120	65—85
Минеральные почвы (глины, суглинки)		
Предпосевной	60—70	50—60
Посевной	70—80	60—70
Вегетационный	100—130	80—100
Минеральные почвы (пески, супеси)		
Предпосевной	45—55	40—50
Посевной	55—65	50—60
Вегетационный	80—100	70—90

На засоленных почвах и при наличии минерализованных грунтовых вод в водном режиме вместо нормы осушения дают показатель критической глубины залегания грунтовых вод. Это глубина грунтовых вод, при которой не происходит засоления почвы, так как капиллярный подъем воды в почву, несущий соли со стороны грунтовых вод, минимальный. Критическая глубина больше нормы осушения и для основных районов распространения засоленных переувлажненных почв она достигает следующих значений: в Барабинской низменности 0,9 (северная часть) и до 1,7 м (южная); на пойменных землях Молдавии — 0,8—1 м (при содержании солей в грунтовых водах 2—5 г/л).

Осушительная сеть проектируется и строится таким образом, чтобы она могла обеспечивать любую необходимую норму осушения, а также создавать условия для своевременного начала весенних полевых работ. Расстояния между каналами зависят от интенсивности осадков и уклона местности. Они должны быть выбраны так, чтобы продолжительность затопления поверхности почвы не превышала известного предела для сельскохозяйственных культур. На лугах и сенокосах допускается большая продолжительность затопления, чем на землях, занятых полевыми культурами. Предельная продолжительность весеннего затопления составляет: для пропашных культур — 2—4 сут., ячменя — 5—6, пшеницы — 7—8, озимой ржи — 8—10 сут. В вегетационный летний период затопление не должно превышать нескольких часов. Рассчитать расстояние между открытыми собирателями можно по формуле С. Ф. Аверьянова:

$$B = 3,6 \sqrt{\frac{I}{n}} \frac{I - \eta}{\eta} h \tau T,$$

где I — уклон поверхности; n — коэффициент шероховатости поверхности; η — коэффициент стока; $h = PT_1$ — слой осадков, выпавших за время T_1 , мм; P — интенсивность выпадения осадков, мм/г, τ — параметр, равный отношению T/T_1 ; T — нормативное время отвода поверхностных вод, ч; T_1 — время выпадения осадков, ч.

Кроме расчетных, существуют данные, полученные опытным путем и рекомендованные в качестве норм для проектирования осушительных систем.

Длина каналов должна обеспечивать надлежащий уклон, нужную скорость течения воды, постоянство глубин и сечений и создавать оптимальные условия для работы сельскохозяйственных машин. Она зависит от рельефа местности и количества поверхностного стока. При сложном рельефе проектируются каналы длиной 600—800 м, при равнинном с достаточным уклоном поверхности — 1300 м.

Большое значение имеет величина уклона канала, от которой зависит срок его службы и количество мелиоративных работ. Уклон определяется как отношение превышения к длине канала и делается в основном в пределах 0,0006—0,003.

Регулировать сток поверхностных вод можно с помощью временных осушителей и специальных агро-мелиоративных мероприятий. Временные осушители прокладываются ежегодно, в виде широких мелких каналов с пологими склонами или специальных осушительных борозд. Они не препятствуют прохождению сельскохозяйственных машин и могут засеваться, что обуславливает полное и рациональное использование земель. Кроме того, при этом улучшаются условия движения воды и происходит быстрый сброс избыточной влаги из почвенного слоя.

Ложбинообразные канавы прокладываются грейдерами или специальными канавокопателями. Глубина канав не превышает 0,3—0,4 м, уклон дна 0,008—0,001. Временные осушители более эффективно применять на суглинистых и глинистых почвах, водопроницаемость которых низкая. Расстояние между осушителями — 50—100 м. Они располагаются, как правило, по горизонталям дневной поверхности.

Регулировать избыточный поверхностный сток можно также при помощи *закрытых собирателей*, или *траншейным дренажем*. Закрытые собиратели — это траншея, на дно которой уложена дрена или легко проводящий воду материал. Траншея заполняется пористой засыпкой (гравий, шлак). Глубина закладки дрен закрытых собирателей — 0,7—1 м, расстояние между ними — 20—80 м. Этот способ особенно эффективен на тяжелых минеральных почвах со слабой водопроницаемостью.

Водный и воздушный режимы пахотного и подпахотного го-

ризонтов осушаемых почв не всегда в достаточной степени регулируются описанными приемами. Для этой цели дополнительно проводятся агротехнические мероприятия. Остановимся на важнейших из них.

Бессточный дренаж служит для регулирования избыточных осадочных вод в пахотном и подпахотном горизонтах. Он основан на рыхлении водоупорного подпахотного (иллювиального) горизонта, чтобы повысить его водопроницаемость. Бессточный дренаж представляет собой полосы шириной 90—120 см, разрыхленные на глубину до 100—130 см. Расстояние между полосами—6—12 м. Прокладывается дренаж поперек направления движения поверхностной воды. Попадая в разрыхленную полосу, вода впитывается в почву и аккумулируется в виде подвешенного водоносного горизонта. В последующий период она постепенно поднимается по капиллярам из подвешенного горизонта к пахотному, тем самым улучшая водно-воздушный режим почвы.

Узкозагонная вспашка применяется для ускорения поверхностного стока на пониженных выровненных участках. Она заключается во вспашке почвы всвал с образованием загонов шириной 12—20 м. Между загонами образуются разъемные борозды, в которых скапливается поверхностная вода. Для отвода воды из разъемных борозд поперек поля прокладываются временные водоотводные борозды, впадающие в открытые временные или постоянные осушители. Расстояние между водоотводными бороздами равно 100—140 м.

Узкозагонную вспашку чаще используют для осушения тяжелых минеральных почв под посевы озимых и яровых зерновых культур. Однако узкозагонная вспашка и особенно профилирование местности часто способствуют развитию эрозии снижают производительность сельскохозяйственных машин и поэтому применяются только в исключительных случаях.

Поверхностный сток можно также ускорить путем систематического или выборочного бороздования, которое в основном проводится на посевах озимых культур.

При *систематическом бороздовании* после посева озимых культур прокладываются борозды глубиной 20—25 см на расстоянии 4—12 м; они выводят в открытые каналы. Под бороздами теряется значительная площадь посевов, поэтому бороздование применяется только в местах сильных вымочек на глинистых почвах.

Выборочное бороздование заключается в прокладке борозд от микропонижений к открытым осушителям. Оно применяется повсеместно, когда поверхность осушаемого участка неровная и необходимо осушить отдельные заболоченные понижения. Планировка поверхности почвы направлена на ликвидацию микропонижений. Особенно большое значение она имеет на участках, сложенных лёссом и лёссовидными породами.

Закрытая регулирующая сеть состоит из дренажных труб,

заложенных в водоносный горизонт на определенную глубину. Вода в дренах поступает через стыки или специальные щели, а затем отводится с осушаемого участка. В связи с этим вокруг дрена создаётся меньшее гидродинамическое давление, что заставляет воду передвигаться к дренам.

Каждая дрена имеет свою зону влияния на уровень грунтовых вод, которая определяется глубиной заложения дрена, её проводящей способностью и мощностью водоносного слоя.

Если проложить две и более дрена, то уровень грунтовых вод между ними будет установлен по кривой, носящей название депрессионной. Между элементами депрессионной кривой существует тесная связь, которая характеризуется уравнением А. Д. Брудастова.

$$\frac{D}{2} = \sqrt{\frac{k}{q} (h^2 - a^2)},$$

где D — расстояние между дренами, м; k — коэффициент фильтрации, м/с; q — расход воды с квадратного метра поверхности в 1 с, см³; h — стрела прогиба, м; a — высота воды в дренах, м.

Расстояние между дренами определяется также по формулам, предложенным А. Н. Костяковым, А. И. Ивицким, Х. А. Писарьковым и др. Кроме того, существуют таблицы, составленные для конкретных почвенных условий (табл. 31).

Глубина закладки дрена зависит от водопроницаемости грунта. Обычно дрена закладывают в наиболее водопроницаемых горизонтах. Если дренаж уложен на водоупоре, сеть называется совершенной по степени вскрытия пласта, если выше водоупора — несовершенной. Дрена закладывают преимущественно на глубине 0,7—1,5 м. В тяжелых глинистых почвах лучше работают дрена, уложенные на небольшой глубине, в легких почвах — на максимальной.

Таблица 31
Расстояние между дренами, м

Грунт	Расстояние
Песок мелкозернистый	30—50 и более
Супесь	25—35
Суглинок легкий	20—30
Суглинок средний	14—20
Суглинок тяжелый	8—15
Торф низинный	20—40

Уклон закрытых регулирующих дрена делается большим, чем уклон открытых каналов. Чтобы обеспечить нормальное движение воды, оптимальным является уклон 0,008—0,015, минимальным — 0,002—0,003.

В последнее время стал распространяться малоуклонный (безуклонный) дренаж, уклон которого от 0 до 0,0015. Он приме-

няется на равнинных болотах и заболоченных минеральных землях. Водопроницаемость почвогрунтов при этом должна быть не менее 0,1 м/с. Этот дренаж имеет большое природоохранное значение, так как не требует устройства глубоких проводящих каналов и резкого регулирования водоприемников.

Скорость воды в дренах допускается равной 0,3—1,5 м/с. При скорости меньше 0,3 м/с появляется опасность заиливания трубок, при скорости больше 1,5 м/с возможен разрыв дренажа на стыках и размыв почвы. Оптимальная скорость — 0,6—0,8 м/с.

Наиболее выгодные условия для соблюдения скорости воды и уклона дрен создаются при длине не больше 200 м.

При расчете диаметра дрен исходят из того, что по дренажным трубам движется не только вода, но и воздух. Благодаря последнему достигаются регулирование водного режима почв и их аэрация. Поэтому даже весной при максимальном внутреннем стоке дренажи нельзя постоянно заполнять водой на полное сечение.

В зависимости от укладки относительно потока грунтовых вод дренажи подразделяют на продольные и поперечные. Продольные дренажи закладывают перпендикулярно к горизонталям по ходу грунтовой воды. При таком расположении кривая депрессии имеет симметричную форму. Продольное расположение дрен чаще применяют при малых уклонах грунтовых вод. Расположение дрен, перпендикулярное потоку грунтовых вод и параллельное горизонталям местности, называется поперечным и применяется при высоких уклонах грунтовых потоков.

Регулирующие дренажи передают воду в коллекторы, к которым они присоединяются под углом 50—90° с одной или двух сторон. В зависимости от этого и коллекторы подразделяют на односторонние и двусторонние. К двусторонним коллекторам дренажи подключаются в шахматном порядке.

Регулирующие дренажи, объединенные коллектором, составляют дренажную систему. Часто регулирующая сеть делается в виде закрытого дренажа, а проводящей служат открытые каналы. Такая система называется смешанной.

По способу устройства различают траншейный и бестраншейный дренажи. Первый закладывается в предварительно подготовленную траншею и закрывается засыпками. В качестве засыпок используют пахотный горизонт, торф, песчано-гравийную смесь и др. Особенно большое значение фильтрационные свойства засыпок имеют на тяжелых почвах. Бестраншейный дренаж закладывается без предварительной подготовки траншеи.

Дренажи в зависимости от материала, из которого они изготовлены, подразделяются на гончарные и пластмассовые.

Гончарный дренаж устраивается из гончарных трубок диаметром 50 и 75 мм. Трубки должны быть прочными, водонепроницаемыми. Величина зазоров между ними — 2 мм, че-

рез них вода и поступает в дренаж. На стыке труб кладут фильтрующий материал, чаще всего стекловату.

К достоинствам гончарного дренажа следует отнести прочность, долговечность и сравнительную экономичность.

В нашей стране и за рубежом успешно внедряется пластмассовый дренаж. Для изготовления дренажей применяют полиэтилен, поливинилхлорид, винипласт и другие материалы. Благодаря свойствам пластмасс решены такие задачи, как увеличение длины дренажных труб до полной длины дренажа (150—200 м и более), уменьшение их веса (в 30 раз по сравнению с гончарными), снижение стоимости строительства, большая возможность в механизации работ в создании в дренажах водоприемных отверстий различных размеров и типов.

Дренажные пластмассовые трубы изготавливают различных конструкций. В частности, диаметр цельнотянутых труб из полиэтилена равен 50, а толщина стенок — 1,5—2 мм, водоприемные продольно-параллельные щели размером 0,5×3 или 1×25 мм располагаются на них в 2—16 рядов.

Важной операцией является защита дренажных труб от заиливания. Выделяются техническое (механическое) и химико-биологическое заиливание. Первое более интенсивно идет на мелкодисперсных породах и хорошо разложившихся торфах. Для предотвращения такого заиливания применяют защитно-фильтрующие материалы. Они делятся на органические (мох, торф и др.), неорганические (шлаки, песчано-гравийная смесь и др.) и искусственные (стеклохолст, минеральная и стеклянная вата и др.). Химико-биологическое заиливание — это засорение дренажа продуктами окислов железа, или заохривание. Оно зависит от содержания в грунтовой воде железистых соединений. Считается, что опасность заиливания проявляется при содержании в воде железистых соединений более 3 мг/л. Уменьшить заиливание можно путем внесения в траншею извести или фосфоритной муки.

К безматериальному дренажу относятся кротовый и щелевой. Кротовый дренаж заключается в устройстве на нужной глубине (0,5—0,7 м) подземных дренажных ходов диаметром 6—20 см. Кротовые дренажи прокладываются кротодренажными машинами с уклоном 0,02—0,002. Длина дренажа может быть равна 50—200, расстояние между ними — 1—20 м. *Кротовый дренаж* без крепления стенок применяют преимущественно на тяжелых глинистых и торфяных почвах. Для повышения сроков службы его прокладывают во влажных пластичных грунтах. В последнее время стенки дренажей начали укреплять путем введения в них суспензий хорошо разложившегося торфа, раствора сульфата железа, цемента и других специальных составов. Кротовые дренажи подсоединяют или к открытым каналам или к собирателям закрытого типа. Устья кротовых дренажей, выходящие в собиратель, укрепляют гончарными или бетонными трубками.

Щелевой дренаж по принципу работы во многом похож на

котовый. Он прокладывается специальными дренажно-дисковыми машинами на плотных торфяных болотах с погребенными остатками древесных пней и корней. Уклон щелевого дренажа обычно делается не менее 0,0005; расстояние между дренами — 25—50, длина щелей — 250—300 м.

Кротовые и щелевые дрены играют большую роль в регулировании не только водного, но и воздушного режима, особенно в летний период. Это самые дешевые дрены, так как их устройство полностью механизировано и не требует строительных материалов.

Закрытый дренаж имеет ряд преимуществ перед открытым. Мелиорированная территория не разделена каналами на отдельные участки, что не ограничивает применение сельскохозяйственных машин. Не теряется площадь под каналами и кавальерами. Исключаются очаги сорной растительности, образующиеся на откосах каналов и бермах. Поля, осушенные закрытым дренажем, весной просыхают быстрее, и начинать сельскохозяйственные работы на них можно на 8—10 дней раньше, чем на осушенных открытыми каналами. Однако при глубоком промерзании закрытый дренаж перестает действовать и поздно начинает функционировать в весенний период.

Основная задача проводящей сети состоит в своевременном и полном отводе в водоприемник поверхностных или почвенно-грунтовых вод, стекающих непосредственно в проводящие каналы или поступающих через регулируемую сеть.

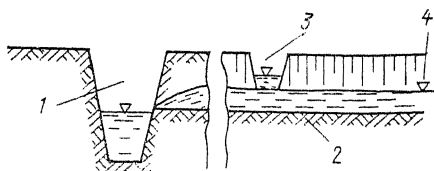
Проводящие осушительные каналы разделяются на магистральный (главный) и боковые — коллекторы различных порядков, которые подают воду в магистральный канал и через него в водоприемник. Магистральный канал прокладывают по наиболее низким отметкам осушаемого массива, стремясь обеспечить двусторонний прием воды. В глубоком торфе канал стараются проложить по местам его наибольшей мощности. Это обеспечивает сохранение проектного уклона канала и сопряжение его с коллекторами.

Соединение коллекторов различного порядка друг с другом и с магистральным каналом может быть произведено под прямым или острым углом. Угол сопряжения зависит от скорости течения и расхода воды. При малых расходах допускается угол 90° , что лучше всего отвечает хозяйственным требованиям. При больших расходах угол не должен превышать 45° — 60° . Угол впадения магистрального канала в реку должен быть равным 40° — 60° . При сопряжении каналов различного порядка необходимо, чтобы вода в канале высшего порядка не создавала подпора с падающим в него каналом низшего порядка. Самостоятельное движение воды будет осуществляться, если дно канала высшего порядка на 10—20 см ниже дна канала низшего порядка (рис. 14).

Размеры и пропускная способность проводящих каналов оп-

ределяются максимальными расходами поступающих поверхностных и грунтовых вод. Главную роль играют поверхностные воды. Поэтому, чтобы определить размеры проводящей осу-

Рис. 14. Схема подключения каналов разного порядка: 1 — канал I порядка, 2 — дно канала II порядка, 3 — канал III порядка, 4 — горизонт воды



шительной сети, прежде всего устанавливают наибольшие расчетные расходы поступающего поверхностного стока в эту сеть. При проектировании осушительных каналов устанавливаются расчетные значения модуля стока для каждого периода года в соответствии с гидрологическими и хозяйственными условиями использования осушаемой территории.

Для мелиоративных целей особое значение имеет показатель количества грунтовых вод, стекающих с единицы площади за единицу времени, — модуль дренажного стока. Он может быть установлен экспериментальным или расчетным путем, с учетом, что значение интенсивности удаления влаги в 1 мм/сут соответствует модулю дренажного стока, равному 0,116 л/с·га.

Скорость движения воды в канале во все периоды должна быть такой, чтобы не происходило его размыва и заиления. Наибольшие пределы допускаемых скоростей, не вызывающих размыва грунта, определяются его свойствами. Чтобы избежать зарастания, минимальная скорость воды в канале должна быть не менее 0,2 м/с.

Каналы проводящей сети по конструкции чаще всего устраиваются трапециевидальной формы. Во избежание чрезмерно больших поперечных размеров они делаются не длиннее 1,5—2 км с уклонами не менее 0,0005. Ширина каналов по дну может изменяться от 0,3 в собирателях до 0,5 м и более в магистральных каналах.

На осушительных системах возводятся сооружения: а) для предохранения каналов от размыва, а также регулирования скорости движения воды — перепасы и быстротокки, устья водоотводных борозд, крепления откосов и др.; б) для регулирования расходов и горизонтов воды — шлюзы-регуляторы; в) для переезда через каналы — мосты, трубы и др. Чтобы предохранить от размывания, откосы и дно каналов укрепляют дополнительно. Стенки делают из хворостяного плетня, дерна и досок. На минеральных землях для крепления лучше использовать железобетонные плиты.

Шлюзы бывают разных конструкций и из различного материала: свайные и каркасные, в том числе сборные из бетона и железобетона. Место, где проектируется строительство шлюза, предварительно подготавливается: торф уплотняется, откосы и дно укрепляются.

Движение воды в закрытой осушительной сети также должно контролироваться и управляться. Для этих целей строится ряд гидротехнических сооружений: устья коллекторов и регулирующих дрен; контрольные, или смотровые, колодцы; отстойники, перепады, поглотители и регулирующие сооружения.

При впадении в открытый канал или водоприемник устья дрен прочно крепятся, дно и откос канала устья замазываются камнем или цементным раствором.

Контрольные колодцы обычно располагают в местах соединения дрен или их сильного перелома. Их делают из гончарных или железобетонных труб диаметром 0,7—0,8 м, кирпича или дерева. Верх колодца на пашне находится под пахотным горизонтом, колодец снабжается крышкой. В колодцах иногда строят затворы, благодаря которым регулируется движение воды в дренах.

Чтобы предотвратить застой воды в микропонижениях при отсутствии водоотводных борозд, устраивают поглотители в виде бетонированных колодцев, заполненных легководопроницаемым материалом (булыжник, гравий, щебень) и снабженных водоотводной трубой.

Водоприемники. Из осушительной системы вода через магистральный канал отводится в водоприемник.

Водоприемниками могут быть естественные или искусственные водотоки и водоемы. Естественные водотоки и водоемы — это озера, морские заливы, реки, ручьи, балки, ложбины; искусственные — пруды, водохранилища и крупные каналы. Однако не все водотоки и водоемы могут быть использованы в качестве водоприемников. Как водоприемники они должны отвечать следующим требованиям: положение горизонта воды в водоприемнике не должно создавать подпора ее в магистральном канале и подтопления осушаемой территории; пропускная способность водоприемника должна быть такой, чтобы своевременно удалять все поступающие в него с осушаемой площади воды; водоприемник должен иметь постоянные и устойчивые русло и берега.

В естественном состоянии водотоки часто не соответствуют перечисленным требованиям, поэтому необходимо улучшать их состояние. Мероприятия, направленные на создание благоприятных условий для работы водоприемника, называются оптимизационными. Этому служат следующие меры: спрямление русла, в результате чего возрастает скорость на 40—50%; расчистка, выравнивание и углубление водоприемника; разгрузка водоприемника за счет строительства обводного канала. Понизить уровень воды можно также путем увеличения испарения, усиления водопотребления и строительства трубопроводов с механической откачкой воды.

Вертикальный дренаж — способ мелиорации, позволяющий оперативно и экономно регулировать водные ресурсы территории при определенных почвенных, гидрогеологических и других

условиях. Применяют осушительные и осушительно-увлажнительные дренажи. Осушительные строятся при достаточном притоке вод в условиях обильного грунтового и грунтово-напорного питания, осушительно-увлажнительные — при дефиците влаги в вегетационный период в условиях атмосферного питания почв. *Осушительно-увлажнительный вертикальный дренаж* — это совокупность гидротехнических сооружений (скважины, каналы, шлюзы, бассейны-накопители и др.), дождевальных агрегатов, напорных трубопроводов, настенных станций, линий электропередач и пунктов управления. Осушительный вертикальный дренаж состоит из скважины, ограждающей и сбросной сети и ЛЭП.

На объектах со сложными гидрогеологическими условиями применяют комбинированный дренаж — сочетание горизонтального и вертикального дренажа. Скважины могут служить источником для орошения.

При систематическом (площадном) вертикальном дренаже скважины располагаются равномерно, при выборочном — неравномерно.

Способ осушения болот глубокими каналами, называемый также донным осушением, применяется в условиях, когда торф имеет большую (2—3 м) мощность и подстилается хорошо водопроницаемым слоем песка. Слой торфа прорезается осушительными каналами на всю глубину. Канал врезается также в подстилающий песок на 0,2—0,7 м.

Принцип действия глубоких каналов основан на том, что благодаря высокой фильтрационной способности песка уровень воды в нем будет постоянно понижаться. Это вызовет образование нисходящих токов поверхностных и почвенных вод в торфяном слое и соответственно снижение верхней каймы капиллярной влаги в торфе.

Глубокие каналы прокладывают на большом расстоянии (до 600 м и более) друг от друга. Это снижает объем строительных затрат и создает хорошие условия для механизации сельскохозяйственных работ. Однако необходимо учитывать, что откосы каналов очень легко разрушаются, а торфяная масса может быть пересушена из-за плохой регулируемости водного режима данной системы.

Необходимость осушения пойм вызвана высоким естественным плодородием. Борьба с их затоплением паводковыми водами или атмосферными осадками ведется путем возведения валов и дамб вдоль реки, а также регулированием ее стока путем строительства водохранилищ. Валы и дамбы могут располагаться по одной или по обеим сторонам реки. Различаются валы незатопляемые — высота которых определяется максимальным весенним паводком редкой повторяемости, и затопляемые — их высота рассчитана только на задержание максимальных летне-осенних паводков. По окончании паводка уровень почвенных вод должен соответствовать норме осушения, для чего в

валах на определенной высоте устраивают водопропускные отверстия.

Польдерное осушение применяется на поймах рек, где в зону затопления попадают большие площади. Вдоль береговой линии строят дамбы. Кроме общих элементов осушительных систем, польдер имеет насосную станцию и дамбы обвалования (рис. 15).

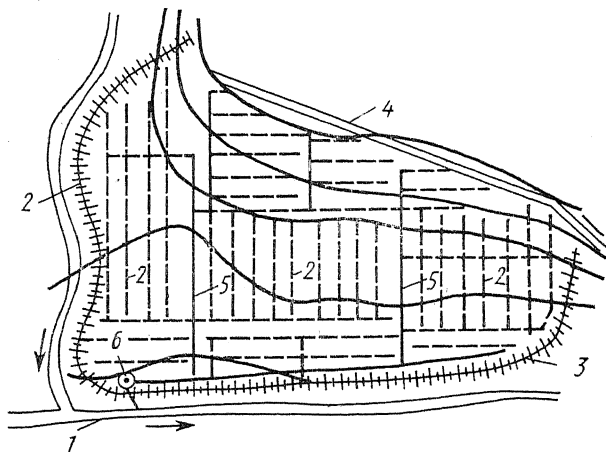


Рис. 15. Польдерная система: 1 — водоприемник, 2 — закрытая осушительная сеть, 3 — дамбы обвалования, 4 — нагорный канал, 5 — магистральный канал, 6 — насосная станция

Кольматаж — один из способов осушения и одновременного повышения плодородия пойменных почв. Он заключается в том, что паводковые воды пропускают через специально устроенные чеки, частицы оседают и вода сбрасывается в реку. Кольматаж разделяют на периодический и непрерывный. При периодическом вода подается в специальные чеки или бассейны, отстаивается около двух суток и сбрасывается в реку. Непрерывный кольматаж осуществляется посредством медленно движущегося постоянного водного потока. Происходит постепенное отложение речных наносов, выравнивание и повышение поймы. Процесс кольматажа может длиться несколько десятков лет, прежде чем пойма превратится в высокопродуктивное угодье.

В.3. ТЕХНИКА И СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНЫХ И ОРОСИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Главная причина необходимости дополнительного увлажнения — внутрисезонная и годовая изменчивость режима атмосферного увлажнения. Даже в таком влажном районе Нечерноземной зоны России, как Ленинградская обл., ежегодно два раза за вегетационный период многие сельскохозяйственные культуры страдают от недостатка почвенной влаги.

Другая особенность районов с неустойчивым и избыточным увлажнением — неравномерность распределения стока. Весенний сток составляет около 70—90%, а сток в период орошения не превышает 20% годового. Поэтому использование стока рек для орошения ограничено, требуется строительство водохранилищ и других искусственных водоемов, а также использование подземных вод.

Исследование водного баланса и динамики запасов почвенной влаги под различными сельскохозяйственными культурами за вегетационный период показывает, что осушенные болота в районах с неустойчивым увлажнением также нуждается в орошении.

Инициаторами создания осушительно-увлажнительных систем в нашей стране в начале 70-х годов были Б. С. Маслов, В. С. Станкевич, В. Я. Черненко и Х. Н. Стариков.

Основными факторами, обуславливающими потребность осушаемых болот в орошении, являются: 1) неравномерное распределение осадков в течение вегетационного периода, чередование засушливых и остро засушливых лет, частая повторяемость продолжительных бездождных периодов; 2) превышение суммарного испарения над осадками, имеющее место не только в засушливые, но и в средние по климатическим условиям годы; 3) понижение уровня грунтовых вод в летние месяцы на такую глубину, при которой вследствие небольшой высоты капиллярного поднятия воды в торфе интенсивность подпитывания корнеобитаемого слоя грунтовыми водами не перекрывает интенсивности расходования влаги из этого слоя на суммарное испарение. В результате в летние месяцы баланс почвенной влаги отрицательный не только в засушливые, но и в средние по метеорологическим условиям годы.

Практика освоения болот и заболоченных земель в зоне с неустойчивым увлажнением показала, что их осушение должно проводиться по принципу двустороннего регулирования водно-воздушного режима почв. Особенно эффективно такое регулирование на мелкозалежных торфяниках и торфяно-аллювиальных пойменных почвах. Оно достигается путем проведения мероприятий, сочетающих осушение и орошение, т. е. строительства осушительных систем двустороннего действия (рис. 16).

В зависимости от природных условий и хозяйственного использования осушаемых болот в зоне неустойчивого увлажнения могут проектироваться следующие мелиоративные системы: а) осушительно-увлажнительные — предусматривающие полное двустороннее регулирование водного режима почвы с подачей воды извне; б) осушительные — обеспечивающие частичное регулирование водного режима почвы с проведением увлажнения только за счет местного стока; в) осушительные одностороннего действия — обеспечивающие только сброс избыточных поверхностных и грунтовых вод с осушаемой территории.

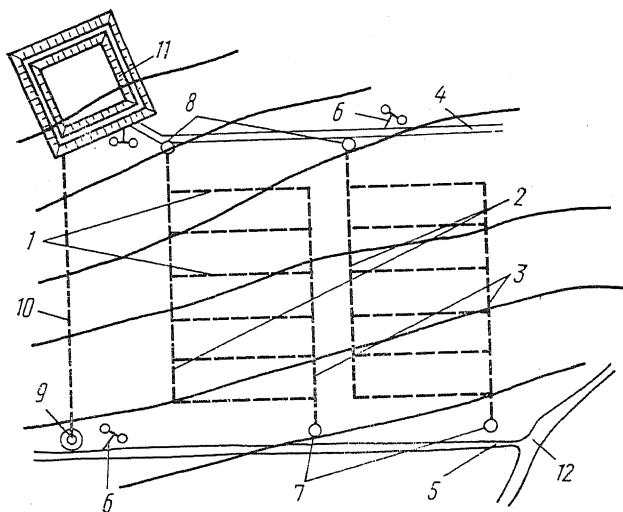


Рис. 16. Осушительно-увлажнительная система: 1 — регулирующая сеть, 2 — увлажнительные коллекторы, 3 — осушительные коллекторы, 4 — водопроводящий канал, 5 — магистральный канал, 6 — водонапорные сооружения, 7 — колодцы-регуляторы, 8 — водоприемные колодцы, 9 — насосная станция, 10 — напорный трубопровод, 11 — наливной водоем, 12 — водоприемник

Мероприятия по увлажнению осушаемых земель подразделяются на предупредительные и увлажнительные. Предупредительные мероприятия включают шлюзование в период спада вод весеннего паводка открытых или закрытых осушительных систем и устройство на осушаемых площадях лиманов. Они должны задерживать быстрое снижение грунтовых вод на осушаемой территории. Увлажнительные мероприятия направлены на подачу достаточного количества воды в почву орошаемого объекта в определенное время. Способы увлажнения подразделяются на подземные и поверхностные. Подземное увлажнение заключается в подаче воды из открытых каналов осушительной сети посредством шлюзов, кротового и трубчатого дренажа, специальных подводящих каналов-водоводов, а также комбинированными способами. Шлюзы строятся на водоприемниках или магистральных каналах. При необходимости шлюзы закрываются, уровень воды в магистральных каналах поднимается и она наполняет всю осушительную систему, просачиваясь в почву и повышая уровень грунтовых вод. Для задержания воды в закрытой дренажной сети устраиваются колодцы-регуляторы, в которых при помощи специальных щитов или заслонок перекрывается водный поток и уровень дренажных вод поднимается на нужную высоту. Однако следует помнить, что чистое шлюзование — способ довольно примитивный и не может полностью обеспечить растениям нормальный водно-воз-

душный режим. К тому же закрытый гончарный дренаж используется в качестве системы двустороннего регулирования сети, он быстро заиляется, разрушается и выходит из строя. Поэтому увлажнительное шлюзование рекомендуется сочетать с поверхностным орошением.

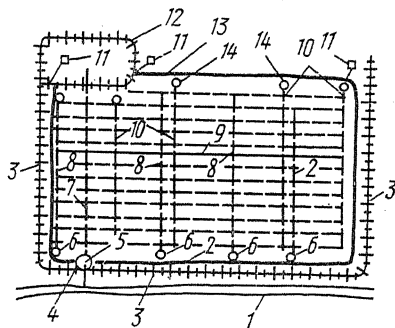
Если стока осушительной сети недостаточно для увлажнения почв, то используются дополнительные водоисточники, которыми служат водохранилища, реки, озера, крупные магистральные каналы, а также подземные воды. В шлюзуемую часть вода из водоприемника подается посредством водозабора и проводящей сети.

Поверхностное орошение осушаемых земель проводится напуском воды по полосам, бороздам и с помощью дождевания. Дождевание рекомендуется проводить для орошения овощей, картофеля и других сельскохозяйственных культур, а также культурных пастбищ.

Важным показателем надежности работы оросительной системы является водоисточник, которым могут быть: реки, озера, подземные воды, поверхностный местный сток, сточные воды, дренажный сток осушительных и осушительно-увлажнительных систем.

В связи с необходимостью рационально использовать водные ресурсы на польдерах все шире создаются водооборотные системы. Они позволяют многократно использовать воды без сброса в водоприемники (рис. 17). При необходимости осушить

Рис. 17. Водооборотная система: 1 — водоприемник, 2 — магистральный канал, 3 — дамбы, 4 — насосная станция, 5 — аккумулярирующая емкость, 6 — колодцы-регуляторы, 7 — напорный трубопровод, 8 — коллекторы, 9 — дрены-увлажнители, 10 — увлажнительные распределители, 11 — шлюзы-регуляторы, 12 — наливной водоем, 13 — подводящий канал, 14 — водоприемные колодцы



участок затворы на подводящей сети закрывают, а открывают на осушительной. Собранная вода через магистральный канал накапливается в регулирующей емкости насосной станции, откуда перекачивается в наливной водоем. В засушливые периоды воду, накопленную в водоеме, подают в дрены-увлажнители.

Основные требования, предъявляемые к воде для орошения: должна быть пригодной для питания сельскохозяйственных культур; запасы и расходы ее в водоисточнике должны удовлетворять потребностям растений в воде в установленные сроки в год расчетной обеспеченности; водоисточник должен рас-

полагаться вблизи орошаемого массива, вызывая наименьшие капитальные и эксплуатационные затраты.

При выборе источника для орошения наибольшее предпочтение следует отдавать местному стоку.

Общая характеристика и задачи оросительных мелиораций. Значительная часть территории стран СНГ получает недостаточное количество естественной влаги, необходимой для успешного роста и развития сельскохозяйственных культур. Основная задача оросительных мелиораций — обеспечение необходимого водно-воздушного, теплового и питательного режимов почв на территориях, испытывающих недостаток влаги, необходимой для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

В зависимости от требований, предъявляемых к оросительным мелиорациям, и условий их проведения оросительные мелиорации классифицируют по трем основным признакам: времени действия, способу проведения и цели орошения.

По времени действия выделяется: а) регулярно действующее орошение (самотечное или с механическим водоподъемом); б) однократно действующее (периодическое) — паводковое и лиманное орошение; в) орошение водами построенных обводнительных каналов или водохранилищ.

По способу проведения орошение делится на: а) распределение воды на поверхности почвы (поверхностный полив по бороздам, полосам или путем затопления отдельных участков); б) распыление воды в воздухе при помощи дождевальных установок (дождевание), увлажняющих не только почву, но и растения и слой воздуха; в) подпочвенное орошение путем подачи по дренам, расположенным внутри почвы, и последующего капиллярного поднятия ее в корнеобитаемый слой.

Кроме увлажнительного, широко распространены специальные виды орошения, которые имеют узкоцелевое назначение. Среди них наиболее известны: а) удобрительное орошение, имеющее целью снабжать почву и растения растворенными в воде питательными веществами; б) сточными водами, особенно в пригородных зонах; в) почвоочищающее (дезинфекционное) орошение, цель которого — очистить почву от вредных для растений солей, а также от вредителей и болезней; г) окислительное орошение, проводимое для окисления и заиления осушенных заболоченных почв речными водами; д) теплотельное орошение водой более высокой температуры, чем у почвы (созревание почвы, благоприятно сказываемое при борьбе с заморозками и удлиняющее вегетационный период); е) освежительное орошение, осуществляемое при помощи дождевальных машин и предназначенное для повышения влажности почв и приземного слоя воздуха.

Составные части оросительной системы. Система орошения представляет собой комплекс сооружений, подающий воду на поля в необходимое время и в любых количествах.

Постоянно действующая оросительная система состоит из следующих элементов: 1) водоисточника; 2) водозаборного сооружения (головного) сооружения; 3) магистрального канала или трубопровода; 4) распределительных проводящих каналов или трубопроводов; 5) временной поливной сети; 6) водоотводящей сети; 7) сооружений на каналах (рис. 18).

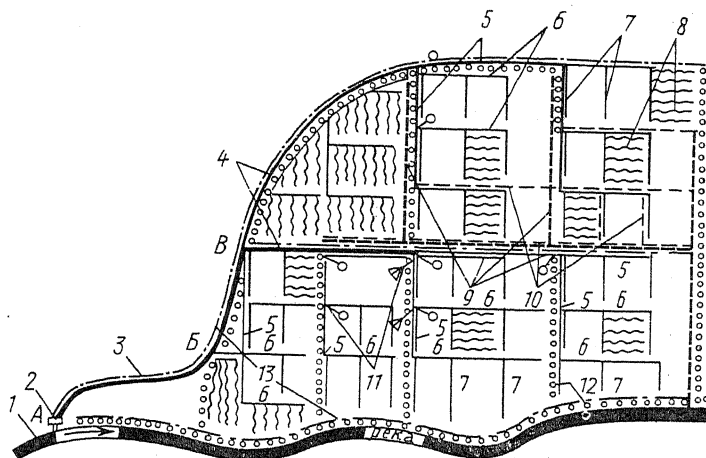


Рис. 18. Оросительная система: 1 — источник орошения, 2 — головное сооружение, 3 — магистральный канал (АВ — холодная часть, БВ — рабочая часть), 4 — межхозяйственные распределители, 5 — хозяйственные распределители, 6, 7 — распределители участков, 8 — временные оросители, 9 — водозаборная сеть, 10 — дороги, 11 — арматура оросительной сети, 12 — ползащитные полосы, 13 — вспомогательные устройства

Источником орошения обычно бывают реки, озера, водохранилища, подземные скопления грунтовых вод в виде подземных озер или подземных потоков грунтовых вод.

Забор воды из источника может осуществляться плотинным или бесплотинным способом в зависимости от требований, предъявляемых к водозаборам, а также топографических и геологических условий местности. Бесплотинный водозабор строится в случае, если уровень воды в реке превышает уровень канала и коэффициент водозабора (отношение расхода воды, забираемого из водоисточника, к общему расходу воды в водоисточнике) не выше 0,05—0,10.

Плотинные водозаборы бывают различных конструкций. Как более совершенные устройства они обеспечивают полное регулирование водоисточника и предохраняют оросительную систему от затопления.

Если для орошения вода берется из водохранилища, то на последнем обычно устраиваются два вида сооружений: сбросные и водозаборные. Сбросные сооружения представлены водосливами и водоспусками, при помощи которых сбрасывают

ся все избыточные (паводковые и ливневые) воды. Водозаборные сооружения предназначены для забора воды из водохранилища на орошение. Они чаще строятся в виде трубы, проходящей через тело плотины и подающей воды в магистральный канал самотеком или при помощи механического водоподъема.

Источником орошения могут быть также паводковые воды, которые задерживаются на подлежащих орошению участках при помощи устройства валов или дамб. Такое орошение называется лиманным. Грунтовые воды перехватываются подземными галереями (кяризы) или шахтными и артезианскими колодцами и выводятся на поверхность. Такое орошение применяется в Средней Азии и Закавказье.

Важным элементом оросительной системы является магистральный канал. Основное назначение его — транспортировать воду от источника к орошаемой территории. Трассу магистрального канала рекомендуется прокладывать по высшим отметкам орошаемого участка.

Расположение каналов распределительной сети тщательно увязывается с расположением орошаемых массивов, границами землепользователей и административным делением территории, чтобы снабжать водой все хозяйства, которые расположены на орошаемых площадях, и обеспечить самостоятельное водопользование для каждого района. Трассы распределительных каналов увязываются с дорожной сетью, полезащитными полосами, а также с границами поливных участков и полей во избежание их пересечения. Постоянные каналы трассируются таким образом, чтобы конфигурация поливных участков приближалась к прямоугольной, причем оптимальные размеры поливных участков в зерноводческих районах составляют 40—60 га и более, в районах хлопководческого направления — 20—40 га.

К распределителям присоединяются временные оросители, расположенные внутри поливного участка, из которых вода через мелкую поливную сеть подается непосредственно на поливное поле. В последнее время для подачи воды вместо открытых каналов все чаще применяются закрытые трубопроводы, лотки и гибкие шланги.

Оросительные каналы с расходом 200 л/с должны заканчиваться сооружениями для сброса воды в сбросную сеть. Она предназначена для защиты орошаемых земель от лишних вод и предупреждения подъема уровня воды в канале выше определенного допустимого горизонта. Каналы сбросной сети располагаются по естественным понижениям (талвегам).

Особо острая необходимость в сбросной сети возникает при освоении засоленных почв. В этом случае строится система дренажных сооружений, при помощи которых осуществляется отвод промывных вод и опреснение грунтовых. Дренажная сеть на орошаемых засоленных почвах должна отвечать следующим условиям: 1) создавать оттоки грунтовых вод и тем са-

мым опреснять их; 2) поддерживать на допустимой глубине их уровень с тем, чтобы при капиллярном подъеме минерализованных грунтовых вод не происходило отложения солей в верхней части почвенного профиля.

Поперечные размеры сбросных каналов определяются величиной максимального расхода и уклоном трассы канала.

Для бесперебойного функционирования всей оросительной системы необходимо постоянно регулировать количество поступающей воды, ее скорость и направление движения. Эта работа выполняется специальными сооружениями на оросительной сети. Среди них выделяются головное сооружение, соединяющее магистральный канал с источником орошения, и арматура оросительной сети, которая включает следующие основные виды сооружений: регулирующие количество воды в различных частях системы (регуляторы и выпускные сооружения); регулирующие горизонты воды в оросительных каналах (перегораживающие, подпорные и водосливные); регулирующие скорость движения воды в каналах (перепады и быстротоки); служащие для проведения воды канала через различные препятствия (желоба, трубы, акведуки); для регулирования содержания наносов в воде (отстойники, устраиваемые на отдельных участках каналов).

При строительстве оросительной сети особое внимание уделяется лесным полезащитным насаждениям, которые благоприятно влияют на климатические и почвенные условия. Располагаются лесные насаждения преимущественно вдоль магистрального и постоянных распределительных каналов, а также вокруг водохранилищ.

Виды и способы оросительных мелиораций. Орошение может осуществляться различными способами в зависимости от почвенных и климатических условий, хозяйственных и технических требований, а также допустимых норм полива. Рассмотрим технические особенности и способы поверхностного орошения, подпочвенного и орошения дождеванием (рис. 19, 20).

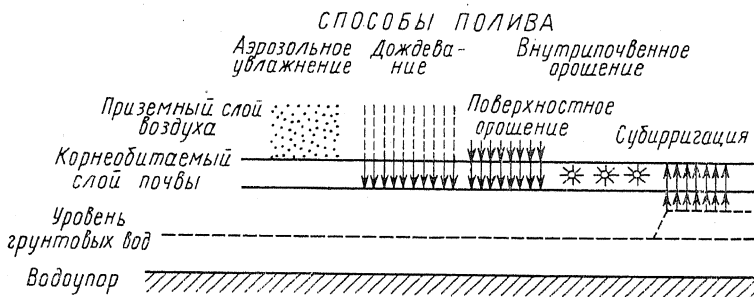


Рис. 19. Классификация способов орошения (Штепа, 1975)

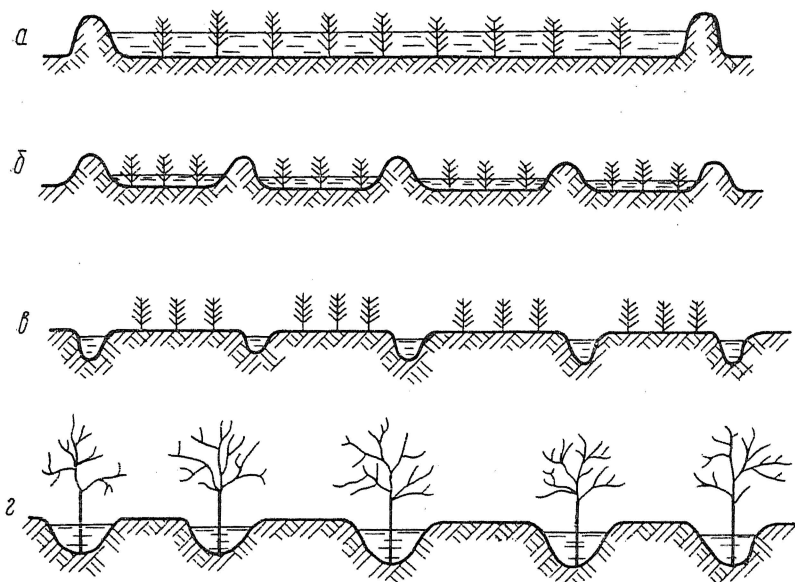


Рис. 20. Классификация поверхностных способов полива: а — сплошное затопление, б — напуск по полосам, в — полив по бороздам, г — выборочное затопление (Штепа, 1975)

Поверхностное орошение (полив). Мероприятием, предшествующим поверхностному орошению, является выравнивание (планировка) поверхности орошаемого участка. Планировка заключается в рыхлении поверхностного слоя, срезке бугров, засыпке понижений и выравнивании территории. Если полив производится затоплением, то участку придается строго горизонтальное положение, при поливе напуском по полосам или бороздам поле планируется с некоторым уклоном.

Иногда естественный уклон местности так велик, что не позволяет провести выравнивание. В таком случае способ полива зависит от характера орошаемых культур; пропашные культуры поливаются по бороздам, культуры сплошного сева — по затопленным или проточным полосам.

При поверхностном орошении существуют два способа подачи воды в почву: 1) напуском по полосам и затоплением; при этом вода распределяется по поверхности сплошным слоем и поступает в почву в вертикальном направлении (вертикальное поглощение воды); 2) по бороздам — вода поступает в почву в боковом направлении, путем капиллярного передвижения.

К поверхностному орошению также относится *лиманное*. Оно применяется при особых условиях рельефа (небольших понижениях) и наличии достаточного естественного поверхностного стока. Сущность этого способа заключается в следующем. Сооружаются земляные валы или дамбы высотой 0,5—2 м. При их помощи стекающие с водосбора талые или павод-

ковые речные воды задерживаются на полях и поглощаются почвой, а излишние воды сбрасываются по концам боковых дамб или через водоспуски, устраиваемые в дамбах. Продолжительность стояния воды на полях — от 2 до 10 сут, после чего вода удаляется; глубина затопления лиманов — от 0 до 0,8 м.

Лиманы бывают простые, огражденные одним рядом дамб, и ярусные, состоящие из нескольких рядов дамб, расположенных одна над другой (рис. 21).

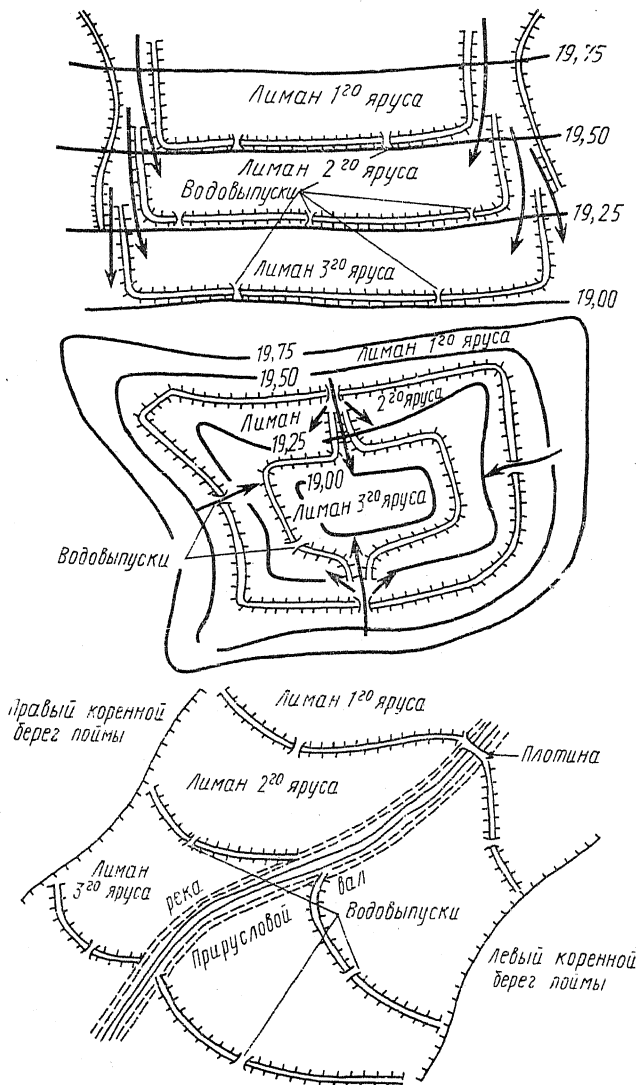


Рис. 21. Лиманное орошение

Лиманное орошение не относится к разряду регулярного. Оно получило широкое распространение в сухостепной и полупустынной зонах. Лиманное орошение — экстенсивная форма мелиорации. Оно относительно дешево и доступно. Основным способом сельскохозяйственного использования — естественные сенокосы и пастбища (создание кормовой базы животноводства).

Подпочвенное орошение. Оно осуществляется путем подачи воды в почву снизу посредством заложения специальных труб. Вода через специальные устройства (щели, поры и др.), благодаря всасывающей способности почвы, поступает в нижние слои почвы и затем путем капиллярного поднятия — в пахотный горизонт.

Подпочвенное орошение возможно только при сочетании следующих основных условий: высокого качества воды, хорошей планировки поверхности участка (уклоны не менее 0,001—0,002), высокой фильтрационной способности почв, наличия водоупорного горизонта на глубине 3—4 м или уровня грунтовых вод на этой же глубине.

По способу подачи воды подпочвенное орошение делится на напорное и безнапорное (адсорбционное). При напорном орошении к действию всасывающей силы почвы прибавляется гидростатический напор. Благодаря этому вода в почву поступает быстрее и на большее расстояние. Для напорного подпочвенного орошения используется система труб, состоящая из главного напорного трубопровода и сети оросителей диаметром 7—10 см, уложенных через 5—8 м друг от друга. Более рационально вода используется из труб, если они лежат на малопроницаемом горизонте. В этом случае сокращаются потери воды, просачивающейся из труб вниз. Безнапорный способ полива отличается тем, что вода идет самотеком в сильнопористые трубы. Через поры она поступает в почву.

Для сокращения объема земляных работ и расхода материалов можно проводить подпочвенное орошение посредством проложения кротовых дрен. Недостатком кротовых дрен является их быстрое разрушение — практически могут выдержать не более 2—3 поливов.

Интерес к подпочвенному орошению возрос в связи с использованием в качестве удобрения и увлажнения сточных вод. Сточные воды несут с собой в растворенном, а частично и во взвешенном состоянии питательные вещества, необходимые для сельскохозяйственных растений (табл. 32).

При использовании сточных вод как источника удобрительного и увлажнительного орошения необходимо стараться исключить их непосредственное соприкосновение с наземными частями растений. В таких случаях предпочтительно подпочвенное орошение.

К отдельным недостаткам, ограничивающим применение подпочвенного орошения, относятся его сложность и высокая

Таблица 32

Разрушающее действие крупных капель
на структуру почв при дождевании
(по С. А. Владыченскому)

Диаметр капель, мм	Содержание фракции агрега- тов <0,5 мм, %	Диаметр капель, мм	Содержание фракции агрегатов <0,5 мм, %
0,1	4,69	2,5	15,33
1,0	10,86	5,0	31,36

стоимость, а также невозможность применять на почвах, склонных к засолению.

Разновидностью подпочвенного орошения является субиригация, заключающаяся в подпитывании верхних слоев почвы за счет близко расположенных слабоминерализованных грунтовых вод, которая производится на площади около 8 млн га.

Орошение дождеванием. С каждым годом дождевание получает все большее распространение, так как оно имеет ряд преимуществ перед описанными способами: появляется возможность механизировать и автоматизировать полив; более продуктивно используется поливная вода при хорошей равномерности увлажнения (количество поливной воды на 20—50% меньше, чем при поливе по бороздам); применимо на землях с близким уровнем грунтовых вод, так как глубина промачивания почвы небольшая; при сложном микрорельефе; увлажняет не только почву, но и поверхность растений; не препятствует сельскохозяйственным работам на орошаемых площадях; позволяет использовать воду для орошения из каналов и водоемов, расположенных в понижениях, и др.

Дождевание сельскохозяйственных культур можно проводить на всех почвах, однако интенсивность дождя должна соответствовать их проницаемости. При дождевании важно сохранить структуру почв, поэтому, кроме интенсивности, учитывается крупность капель дождя (оптимальными по размеру являются капли диаметром 1—2 мм). Дождевание системы разделяют по способу передвижения и дальности действия струй. По способу передвижения выделяют системы: стационарные — когда все составные части занимают постоянное положение; передвижные — полив осуществляется при помощи передвижных агрегатов, смонтированных на тракторах; полустационарные — в которых насосная станция, трубопроводы стационарны, а распределительные трубопроводы и разбрызгивающие устройства передвижные.

Стационарные системы дождевания применяются в основном в условиях парниковых и тепличных хозяйств, а также в

садах. Полустационарная система с использованием короткоструйных дождевальных установок наиболее рациональна для орошения овощных культур, садов и ягодников на участках с неблагоприятным рельефом. Передвижная система служит для полива овощных, зерновых технических и других культур.

По дальности действия струи различают короткоструйные и дальнеструйные дождевальные установки. Первые разбрызгивают воду на расстоянии нескольких метров, вторые — нескольких десятков метров.

Оросительная сеть для подачи воды в дождевальные агрегаты может строиться открытой, закрытой и комбинированной. В последнем случае сеть открытых распределительных каналов образует крупные поливные участки, внутри которых оросительные каналы заменяются трубопроводами.

Для орошения дождеванием используются следующие машины и агрегаты: двухконсольные дождевальные агрегаты ДДА-100 МА; самоходная дождевальная многооперационная машина «Фрегат», дальнеструйные дождеватели навесные ДДН-70 и ДДН-100, самоходный многоопорный дождевальный трубопровод «Волжанка», многоопорная дождевальная машина «Днепр» и др.

К недостаткам орошения дождеванием относятся ограниченность работы установок при сильном ветре, громоздкость и несовершенство конструкций и потеря некоторой площади посевов от вытаптывания.

Наиболее прогрессивным способом полива выступает *аэрозольное (мелкодисперсное) дождевание*, когда вода распыляется над поверхностью почвы в виде капель очень мелкого диаметра (тумана). Этот способ наиболее эффективен при сильной атмосферной засухе, когда даже достаточное количество продуктивной влаги в почве не спасает растение от угнетения.

Орошение сточными водами. Земледельческие поля орошения (ЗПО) — специализированные мелиоративные системы для приема предварительно очищенных сточных вод в целях использования их для орошения и удобрения сельскохозяйственных угодий. Для орошения сельскохозяйственных культур на ЗПО необходима предварительная оценка пригодности сточных вод по критериям их качества (табл. 33).

Оросительная система, работающая на сточных водах, отличается от обычной наличием сооружений по подготовке, накоплению и регулированию расходования сточных вод, возможностью работать в холодное время года.

Получили распространение оросительные системы для подачи на поля жидкого навоза, внесение которого осуществляется дождеванием, поливов по бороздам и чекам. Сельскохозяйственные угодья с использованием жидкого навоза отводят под зернофуражные, кормовые культуры и под пастбища.

Режим орошения. Режим орошения включает сроки, коли-

Показатели пригодности сточных вод для орошения
(Справочник мелиоратора, 1980)

Показатель	Почвы			
	дерново-под- золистые и серые лесные	черноземные	каштановые и светло- каштановые	сероземы
pH	7,0—8,3	6,0—7,0	6,0—6,5	6,0—6,5
Плотный остаток, г/л	1,5—3,5	2,0—2,5	1,0—1,5	1,0—1,5
Натрий, мг/л	300—350	200—250	100—150	—
Аммиачный азот, мг/л	100—150	100	100	100
БПК ₅ , мг/л	200—300	200—250	100—150	250—300
Бихроматная окисляе- мость, мг/л	400—600	450—600	300—450	400—450
Соотношение Na и Ca	—	1:1,5—2,0	1:1	1:2

чество и норму поливов. По срокам поливы подразделяются на вегетационные, вневегетационные и специального назначения.

Количество воды, подаваемой на поля, определяется оросительной и поливной нормами. *Оросительная норма M* (м³/га) — это количество воды, которое необходимо подавать на 1 га орошаемой площади за оросительный период, чтобы получить плановую урожайность: $M = E - P_{исп} \pm \Delta W - W_{гр}$, где E — водопотребление; $P_{исп}$ — используемые осадки расчетной обеспеченности за вегетационный период; ΔW — используемый запас влаги из почвы; $W_{гр}$ — объем воды, поступающей из грунтовых вод.

В отличие от оросительной, поливная норма характеризуется количеством воды, подаваемой на 1 га орошаемой площади за один полив. Сумма поливных норм равна оросительной норме.

Орошение должно создавать для каждой сельскохозяйственной культуры в конкретных условиях оптимальный водный, воздушный и пищевой режимы почвы. Поэтому количество воды, используемой для полива, зависит не только от физиологических потребностей растения, но и от почвенно-климатических условий.

Глубина промачиваемого слоя должна равняться мощности корнеобитаемого слоя и возрастать вместе с глубиной распространения корней. Существуют соответствующие нормы глубин расчетного слоя увлажнения.

Сроки полива и длина межполивных периодов зависят от особенностей сельскохозяйственных культур, расхода влаги через испарения и транспирацию, а также от солевого режима участка. На участках, склонных к засолению, межполивные периоды и нормы поливов сокращаются.

Вневегетационные поливы создают запас влаги в почве в период, когда поле свободно от возделываемых растений. В дальнейшем этот запас влаги постепенно используется рас-

тениями и создает необходимые условия для прорастания семян. Промывные поливы служат для промывки засоленных почв; их проводят в осенне-зимний период.

Норму полива W ($\text{м}^3/\text{га}$) можно определить при помощи формулы А. Н. Костякова $W = \alpha h(b - c)$, где α — объемный вес почвы; b — максимально допустимая влажность почвы после полива, % (принимается равным полевой влагоемкости); c — влажность почвы перед поливом, %; h — мощность промачиваемого слоя почвы, см.

Примерная средняя поливная норма для овощных культур на легких почвах — 300—400 м^3 на 1 га, на суглинистых — 450—500; для трав и зерновых на легких почвах — 600—700, на тяжелых — 700—1000 м^3 на 1 га.

На практике сложно определить поливную норму, так как на орошаемом участке, как правило, возделывается несколько культур. Расход воды, требуемой для полива той или иной культуры, выражается формулой $Q = \alpha F_{\text{сев}} m / t \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$, или $Q = \alpha F_{\text{сев}} m / 86,4t$, где $F_{\text{сев}}$ — площадь сельскохозяйственного участка, га; α — доля севооборотной площади, занятая культурой; m — поливная норма, $\text{м}^3/\text{га}$; t — продолжительность полива, сут.

Если сроки полива для разных культур совпадают, то расходы суммируются. Для крупного массива подача воды может рассчитываться на один осредненный гектар. В этом случае нужно знать состав культур и режим орошения каждой из них.

Расход воды, необходимой для орошения культуры на осредненном гектаре, называется гидромодулем и определяется по формуле $q = \alpha m / 86,4t$.

Если орошаемый массив охватывает разные физико-географические условия, то для правильного расчета необходимого количества воды следует проводить природно-мелиоративное районирование. Гидромодуль определяется для каждого из выделенных природно-мелиоративных районов.

В случае проектирования и строительства оросительных систем надо уделять серьезное внимание вопросам экономии и рационального использования воды. Например, известно, что количество потребляемой растениями воды зависит от вида растения, с одной стороны, и условий внешней среды — с другой. Из внешней среды наиболее влиятельны следующие факторы: температура и влажность воздуха, наличие света, влажность почвы. Изменяя эти факторы, можно в значительной степени регулировать потребление воды растениями, а следовательно, увеличивать или уменьшать дефицит необходимой влаги и потребность в орошении. На потребность в орошении, кроме естественных условий, в значительной степени влияет хозяйственная деятельность. Такие мероприятия, как изменение структуры почвы, устройство ползащитных лесных полос, применение удобрений, хорошая агротехника и другие, снижают потребность в оросительной воде.

V. 4. ВОДОХРАНИЛИЩА КАК СРЕДСТВО ВОДНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

С созданием водохранилищ связаны как преднамеренные, так и непреднамеренные глубокие изменения в природных и хозяйственных условиях долин рек и на прилегающих к водохранилищам территориях. В связи с этим проблема взаимодействия водохранилищ с ландшафтами окружающей территории всегда актуальна.

Водохранилищами называют искусственные водоемы или естественные озера с гидрологическим режимом, измененным человеком. Их обычно создают в долинах рек, ручьев или в чащах естественных озер путем возведения подпорного сооружения — плотины. В отдельных случаях водохранилища образуют путем сооружения выемки (наливные водохранилища). Создание на одной реке (потоке) нескольких водохранилищ приводит к формированию каскада водохранилищ, что позволяет управлять водными ресурсами в пределах всего бассейна.

Основным признаком водохранилища, отличающим его от естественного водоема, является возможность регулирования расхода воды, а следовательно и режима его уровня. Водохранилище представляет собой искусственно созданный природный объект, входящий в состав геотехнической системы, состоящей из искусственно созданной природной (само водохранилище), природных (ландшафты водосбора) и технических подсистем, тесно взаимосвязанных между собой вещественно-энергетическими и информационными потоками. К техническим элементам относят плотины, шлюзы, рыбоподъемники, турбины, линии электропередач, отходящие от станции, и т. д.

Водохранилищам свойственны специфические внутриводоемные процессы: гидрологические, гидрофизико-химические и гидробиологические. Водохранилища через подвижные компоненты ландшафта — поверхностные и подземные воды, воздушные массы и животное население — взаимодействуют с ландшафтами прилегающей территории, образуя в верхнем и нижнем бьефах зоны, подзоны и пояса влияния. Управление водохранилищем как геотехнической системой предусматривает учет состояния всех подсистем, в том числе самого водохранилища и ландшафтов, находящихся в сфере его влияния.

Водохранилища — многопризнаковые объекты, в связи с чем существуют различные их классификации (М. А. Фортунатова, А. Б. Авакяна, С. Л. Вендрова, К. Н. Дьяконова, В. А. Шарапова, К. К. Эдельштейна и др.). Наиболее известны и полезны классификации водохранилищ по назначению, генезису чаши, принадлежности к природной зоне (подзоне), морфологии чаши, качеству воды, режиму уровня и размерам (площади зеркала, глубине).

По названию водохранилища подразделяются на многоцелевые и специального назначения. Среди многоцелевых про-

слеживаются водохранилища приоритетно-комплексного назначения, когда приоритет отдается какой-либо отрасли народного хозяйства (чаще всего энергетике или ирригации) и комплексного назначения (без ярко выраженного лидирующего направления в его использовании). Среди водоемов специального назначения выделяют водохранилища: воднотранспортные, рыбохозяйственные, сельскохозяйственные, энергетические, лесохозяйственные, канализационные, противозерозионные, рекреационные и питьевые. Конечно, специальное назначение водохранилища не означает, что другое его использование исключено. Главное, что режим функционирования водохранилища целиком подчинен той или иной отрасли.

По приуроченности к макрорельефу выделяются равнинные, предгорные (низкогорные), горные и высокогорные водохранилища. По положению в географической зоне — тундровые, лесные, лесостепные, степные, полупустынные и пустынные. Классификация водохранилищ по указанным двум физико-географическим признакам важна для типологии зон их влияния.

Интенсивность влияния водохранилищ на ландшафты зависит во многом от размера водоема (табл. 34).

Таблица 34

Классификация водохранилищ по размерам
(по А. Б. Авакяну и др., 1987)

Категория водохранилищ	Полный объем, км ³	Площадь водного зеркала, км ²
Крупнейшие	более 50	более 5000
Очень крупные	10—50	5000—500
Крупные	10—1	500—100
Средние	1—0,1	100—20
Небольшие	0,1—0,01	20—2
Малые	менее 0,01	менее 2

По характеру регулирования стока, а следовательно и колебаниям режима уровня, различают водохранилища многолетнего, сезонного, месячного, недельного и суточного регулирования. Многолетнее регулирование стока преследует цель аккумулировать излишек воды в многоводные годы для использования ее в маловодные, а в пределах каскада — и для специального попуска воды в нижележащие водохранилища в случае маловодья. В Волжском каскаде таким водохранилищем является Рыбинское. Сезонное регулирование стока осуществляется на многих крупных и средних водохранилищах, где отметка нормального подпорного уровня (НПУ) достигается ежегодно, а затем идет сработка уровня. С позиций влияния водохранилищ на прилегающие ландшафты огромный интерес представляет типология режима уровня водохранилища за теплый период года: 1) в течение всего теплого периода уровень воды в водохранилище примерно равен НПУ; 2) НПУ

устанавливается на непродолжительное время в начале вегетационного периода, а с середины июня происходит снижение уровня; 3) в течение всего теплого периода уровень ниже НПУ на 1—3 м. Роль разных типов режима уровня в интенсивности влияния водохранилища на ландшафты и прежде всего на подтопление будет рассмотрена в гл. VIII.

Несмотря на огромные различия в свойствах водохранилищ, все они характеризуются некоторыми общими элементами и зонами (рис. 22).

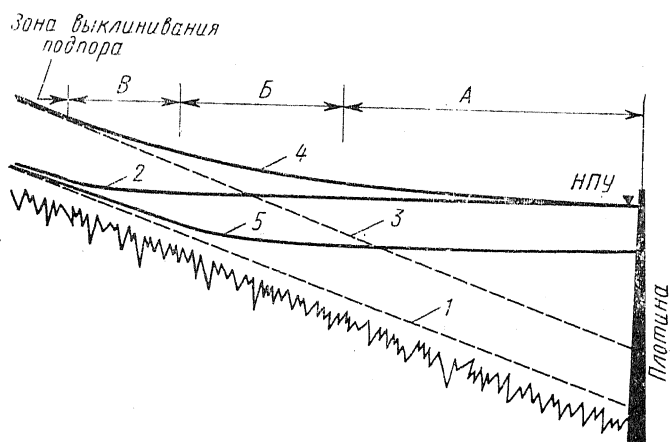


Рис. 22. Продольный профиль водохранилища с гидрологическими зонами (Авакян, Шарапов, 1977): А — нижняя зона, Б — средняя зона, В — верхняя зона; 1 — нормальный меженный уровень, 2 — то же после подпора, 3 — максимальный уровень половодья в естественных условиях, 4 — то же после подпора, 5 — меженный уровень при сработавшем водохранилище

Еще на стадии проектирования каждому водохранилищу определяется свой *нормальный подпорный уровень*. Это высший проектный уровень верхнего бьефа плотины, который подпорные сооружения могут поддерживать в нормальных эксплуатационных условиях в течение длительного времени. Минимальный уровень водохранилища, до которого возможна его сработка в условиях нормальной эксплуатации, называется *уровнем мерного объема (УМО)*. Объем воды, заключенный между НПУ и УМО, называется полезным (это сливная призма водохранилища). Именно этот объем воды представляет собой ресурс, активно используемый различными отраслями народного хозяйства. Объем воды, находящейся ниже УМО, называется мертвым, так как его использование в нормальных условиях эксплуатации не предусматривается.

Период аккумуляции стока называется наполнением водохранилища, а процесс отдачи накопленной воды — его сработкой. В отдельные годы (1979, 1991 для водохранилищ Вол-

жского каскада) за счет интенсивного весеннего снеготаяния и экстремальных сбросов воды из вышележащих в нижележащие водохранилища наблюдалось временное повышение уровня до отметок *формированного подпорного уровня (ФПУ)*.

На водохранилищах, используемых для водного транспорта или лесосплава, сработка уровня в период навигации ограничивается уровнем, при котором речной флот по состоянию глубин может продолжать нормальную работу. Этот уровень называется *уровнем навигационной сработки (УНС)*. Для ряда водохранилищ установлен *минимальный санитарный уровень (МСУ)*.

Коренное отличие водохранилища от озера заключается в том, что от плотины вверх по бывшей реке новый подпертый водоем имеет несколько естественных гидрологических зон, каждая из которых характеризуется специфическими гидро- и морфодинамическими особенностями и взаимодействием с ландшафтами прилегающей территории.

Глубоководная нижняя зона (см. рис. 22), где при всех уровнях волнение развивается свободно, не взаимодействуя, за исключением прибрежной полосы, с дном. Динамические условия близки к морским или глубоководноозерным. Влияние на климат максимально.

Промежуточная зона средних глубин в зависимости от положения уровня воды в разные сезоны года может быть либо глубоководной (при уровнях близких к НПУ), либо мелководной (при низких отметках уровня).

Мелководная зона, где при любых положениях уровня сохраняются условия мелкого озера. Развитие волнения ограничивается влиянием дна. Волны здесь крутые. Климатическое влияние ослаблено (наблюдаются изменения в микроклимате).

Зона выклинивания подпора, в которой даже при самом высоком горизонте воды сохраняются условия мелководного залива; по мере снижения уровня она полностью обсыхает и становится «поймой» водохранилища. Указанная зона существует во всех отдельно расположенных водохранилищах, а в каскаде бывает лишь в верхних водохранилищах.

Другое важное различие между водохранилищами и озерами, вытекающее из основного признака, особенно характерно для очень крупных и больших водохранилищ. Оно заключается в амплитудах колебаний уровня воды в озерах и водохранилищах. На крупных озерах (Иссык-Куль, Ханка, Балхаш и др.) годовая амплитуда колебаний не превышает 0,2—1,5 м. Исключение составляет оз. Ильмень с годовой амплитудой колебания уровня 6—8 м.

Колебания уровня воды на равнинных водохранилищах (Рыбинском, Камском и т. д.) составляют 5—8 м; на предгорных и низкогорных (Братском, Красноярском и т. д.) — до 20 м; на горных водохранилищах (Токтогульском, Ингурском и т. д.) — 50—80 м.

Водоохранилища замедляют водообмен в речных системах. По оценке Г. П. Калинина, на начало 70-х годов продолжительность водообмена в реках мира, в связи с созданием водоохранилищ, возросла с 20 до 60 сут.

Два важных процесса присущи водоохранилищам, особенно в условиях интенсивной хозяйственной деятельности на водосборе: евтрофирование и заиление. Евтрофирование, как указывалось в разд. III.2., — это резкое увеличение биологической продуктивности водоема в результате повышенного поступления соединений фосфора и азота. Интенсивное применение минеральных удобрений, гербицидов, дефолиантов создает критическую гидрохимическую обстановку на многих водоохранилищах (Куйбышевском, Чардарьинском, Каховском, Краснодарском и др.).

Водоохранилища — мощные аккумуляторы вещества, что обусловлено как поступлением материала от абразии берегов, так и приходом наносов из основной реки и притоков. Особое положение в этом отношении занимает зона выклинивания подпора водоохранилищ, не относящихся к каскаду. Здесь образуется сначала бар, а затем дельта, постепенно наступающая на водоохранилище из-за резкого снижения скорости потока. Выше дельты по реке наблюдается регрессивная аккумуляция, вызывающая постепенный подъем уровня в реке, а затем подъем уровня грунтовых вод.

В целом в нижний бьеф через плотину сбрасывается не более 5—10% наносов, поступающих в водоохранилище. Заиление горных водоохранилищ идет намного интенсивнее, чем равнинных. Уменьшение объема горных водоохранилищ на 40—50% может произойти уже в первые годы существования. На равнинных сокращение их объема на 10—15% происходит за 20—30 лет после их образования (Вендров, 1970). Влияние водоохранилищ на ландшафты будет рассмотрено в гл. VIII.

Комплексное назначение водоохранилищ. А. Б. Авакян и В. А. Шарапов выделяют восемь направлений их использования.

1. *Значение водоохранилищ для водоснабжения.* С помощью водоохранилищ осуществляется гарантированное водоснабжение промышленных предприятий, городов и прочих населенных пунктов. По качеству воды и охранному режиму водоохранилища, с точки зрения возможности использования их для водоснабжения, подразделяются на четыре группы: питьевого назначения; созданные в основном для водоснабжения, но используемые одновременно и другими отраслями хозяйства; комплексные и одноцелевые, использование которых для водоснабжения не представляется возможным.

2. *Значение водоохранилищ в борьбе с наводнениями.* Особенно эффективна их роль в областях муссонного климата. Так, по данным института «Гидропроект» им. С. Я. Жука, экономический эффект аккумуляции паводков на Зейской ГЭС

давал в 80-е годы ежегодный эффект в 80 млн р. Создание регулирующих водохранилищ открывает возможность в нижних бьефах гидроузлов ликвидировать паводки и катастрофические наводнения, однако срезка пика весеннего половодья имеет и отрицательные последствия для сельского хозяйства — не обеспечивается оптимальная весенняя влагозарядка почвы, что ведет к остепнению пойм (в частности Иртыша ниже Бухтарминской ГЭС).

3. *Водоохранилища и энергетика.* Современная энергетика немыслима без водохранилищ. В них нуждаются как гидравлические (ГЭС) и гидроаккумулирующие (ГАЭС) станции, так и тепловые и атомные. Установленная мощность гидроэлектростанций СССР на начало 1987 г. составляла 62,1 млн кВт (20,4% установленной мощности всех электростанций). Гидроэлектростанции — обязательное звено в единой региональной энергетической системе, так как они способны покрывать пиковые нагрузки. Без водохранилищ невозможно суточное, недельное и сезонное регулирование стока в интересах энергетики. Отношение себестоимости выработки электроэнергии на ГЭС и тепловых станциях составляет 5—7.

В то же время нельзя не сказать о том, что площадь затопленных водохранилищами земель на середину 80-х годов составила 7,5 млн га, в том числе 2,7 млн га сельскохозяйственных угодий. Площадь затопленных водохранилищами ГЭС земель превысила 1 млн га. Водоохранилища вносят новые, нередко негативные последствия в природные процессы на прилегающей территории (см. гл. VIII).

Воздействие на водохранилища тепловых и атомных электростанций связано с поступлением с водой добавочного тепла, повышающего их температуру.

4. *Значение водохранилищ для орошения.* Предпосылкой развития орошаемого земледелия выступает наличие гарантированного запаса воды. Создание таких водохранилищ, как Саратовское, Волгоградское, Каховское, Краснодарское, Кайракумское и других позволило оросить миллионы гектаров сельскохозяйственных земель, но наличие крупных водохранилищ — не единственное обоснование расширения площадей орошаемого земледелия.

5. *Значение водохранилищ для рекреации.* По данным А. Б. Авакяна и В. Б. Яковлевой, на берегах водохранилищ в нашей стране проживает более 27 млн человек городского населения и более 50 млн человек — в пределах двухчасовой езды до водохранилищ, которые используются как для кратковременного, так и для длительного отдыха. Водоохранилища повышают рекреационную емкость ландшафтов, иногда становясь ядром, формирующим такие ландшафты.

Рекреационный потенциал наших водохранилищ используется недостаточно. Основные причины такого положения: неудовлетворительная очистка чаши водоема перед затоплением,

цветение воды и интенсивная переработка берегов, затрудняющая размещение в прибрежной полосе учреждений отдыха и подступы к воде.

6. *Значение водохранилищ для рыбного хозяйства.* Создание подпорных сооружений на крупных равнинных реках и, в частности, превращение Волги в каскад водохранилищ принесло непоправимый ущерб проходным и полупроходным рыбам, чему способствовало также увеличение сброса неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, развитие водного транспорта (как фактор беспокойства и загрязнения), лесосплав и т. д. Отрицательные последствия зарегулирования стока водохранилищами особенно заметны в маловодные годы. Создание специальных рыбоходов и рыбоподъемников позволяет частично использовать нерестилища, расположенные выше плотин (например, рыбоподъемник для осетровых на р. Волге). Создание водохранилищ открывает возможности развития туводных рыб, но рыбопродуктивность наших искусственных морей, за исключением Цимлянского, ниже проектируемых значений.

7. *Велико значение водохранилищ для водного транспорта.* С созданием водохранилищ в несколько раз увеличивается ширина судового хода и радиусы закругления, что дает возможность повысить на 10—15% скорость движения судов (Авакян, Салтанкин, Шаратов, 1987). Среди недостатков, присущих водному транспорту на водохранилищах, в сравнении с речным, отметим затраты времени на шлюзование и длительность ледостава в весенний период (до двух недель более позднее вскрытие по сравнению с реками, сток которых не зарегулирован). Правда, ледокольный флот на водохранилищах способен продлевать навигацию на 15 сут. Недостатком создания ряда крупных водохранилищ в Сибири (например, Братского, Усть-Илимского и др.) является отсутствие шлюзов, что снизило стоимость строительства, но не народнохозяйственную эффективность Ангарского каскада.

8. *Положительный эффект от создания водохранилищ для лесосплава заключается в увеличении протяженности трасс, ширины судового хода и ликвидации молевого сплава.* Благодаря образованию водных путей по рекам, бывшим ранее не пригодными для лесосплава, открылись потенциальные возможности освоения новых лесных районов.

Отрицательные последствия зарегулирования стока для лесосплава заключаются в более сложных ветроволновых условиях, сокращении периода навигации, снижения скоростей течений (для рек, по которым лес сплавлялся вниз по течению). Весьма перспективна перевозка леса в судах по сравнению с плотами. Но для этого необходимо решить проблему их обратных порожних рейсов, из-за чего пока что возрастает общая стоимость транспортировки.

Таким образом, водохранилища вносят значительный пре-

образующий (мелиоративный и «антимелиоративный») эффект в природные условия долин рек и оказывают влияние на ландшафты прилегающей территории, без учета которого невозможна их интегральная оценка.

V. 5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОДНЫХ МЕЛИОРАЦИИ

Значение водных мелиораций велико для развития основных отраслей и размещения культур сельского хозяйства стран СНГ: хлопководства, зернового хозяйства и в первую очередь для рисосеяния, овощеводства, производства кормов для нужд животноводства, садоводства, виноградарства и бахчевых культур. Эффективность водных мелиораций может быть выражена в натуральных (урожайности культур), экономических (сроках окупаемости, рентабельности, стоимости 1 га осушения или орошения и т. д.) и социальных (санитарно-гигиенических, медико-биологических, эстетических, экологически-средообразующих) показателях. Правда, экологические критерии мелиораций можно выделять и в отдельную группу.

Вклад водной мелиорации в сборе основных продуктов растениеводства представлен в табл. 35.

Таблица 35

Валовой сбор продуктов растениеводства на орошаемых и осушенных землях за период 1986—1989 гг., млн т в год

Продукты растениеводства	Валовой сбор	В том числе на орошаемых землях		На осушенных землях		Всего
		млн т	%	млн т	%	
Зерно	191,2	13,7	7,16	10,45	5,46	12,6
Сахарная свекла	88,9	3,65	4,11	5,03	5,66	9,8
Овощи (без картофеля)	29,2	13,58	46,51	данные отсутствуют		
Семя подсолнечника	6,16	0,14	2,27	—	—	2,3
Льноволокно	0,367	—	—	0,09	24,5	24,5
Хлопок-сырец	8,39	8,39	100,0	—	—	100,0
Картофель	74,5	—	—	4,48	6,01	6,0

Роль водно-мелиорируемых земель очень высока для технических культур, для получения продуктов садоводства и виноградарства; меньше она для зерновых культур. Удельный вес сенокосов и пастбищ на осушенных землях заметно колеблется: в государствах Балтии и в Белоруссии он равен более 50, в России — менее 40%. Кормовые культуры на мелиорируемых землях в Средней Азии занимают более 80%, в Прибалтике 50%, в Белоруссии около 25% посевной площади.

Важнейшим натуральным показателем эффективности водной мелиорации выступает урожайность сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях в сравнении с естественными условиями. Такой анализ осуществлен для основных про-

дуктов растениеводства за периоды 1981—1985 и 1986—1989 гг. и представлен в таблицах 36 и 37. Как на орошаемых, так и

Таблица 36.

Урожайность сельскохозяйственных культур за 1981—1985 гг.

Продукты растениеводства	Средняя за год, ц/га	На орошаемых землях		На осушенных землях	
		ц/га	% к средней	ц/га	% к средней
Зерно	14,9	32,9	220,8	23,3	156,4
Хлопок-сырец	25,6	25,6	100,0	—	—
Картофель	115	—	—	132	114,8
Овощи (кроме картофеля)	161	182	113,0	—	—
Сахарная свекла	218	267	122,5	289	132,6
Лен-долгунец	3,7	—	—	4,5	121,6

29 1 16

Таблица 37

Урожайность сельскохозяйственных культур за 1986—1989 гг.

Продукты растениеводства	Средняя за год, ц/га	На орошаемых землях		На осушенных землях	
		ц/га	% к средней	ц/га	% к средней
Зерно	18,0	33,8	187,8	27,2	151,1
Хлопок-сырец	24,4	24,4	100,0	—	—
Картофель	120	—	—	142	118,3
Овощи (кроме картофеля)	160	178	111,2	—	—
Сахарная свекла	263	302	114,8	320	121,7
Лен-долгунец	4,0	—	—	4,6	115

на осушенных землях урожайность выше средней по СНГ, особенно по зерновым культурам — в 1981—1985 гг. она за год составила 220,8% к средней. По овощам прибавка урожая составляет от 15 до 25%. Отметим одну важную особенность. Урожайность на мелиорированных землях, как и немелиорированных, непостоянна, она зависит от колебаний погодных условий вегетационного периода, но изменчивость урожайности в естественных условиях больше, чем на мелиорированных землях, где она частично управляема. Так, урожайность зерновых в 1981—1985 гг. составила 14,9 ц/га·год, в 1986—1989 гг. — 18,0 ц/га·год, амплитуда урожайности — 3,1 ц/га × год; на орошаемых землях этот показатель составил всего 0,9 ц/га·год, а на осушенных — 3,9 ц/га·год. И по другим культурам (картофелю, сахарной свекле) на осушенных землях сохраняется высокая изменчивость урожайности.

Производство растениеводства на орошаемых и осушенных землях в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях составила в 1989 г. 32,4% валовой сельскохозяйственной продукции страны.

Более высокая валовая продукция сельского хозяйства с

единицы площади мелиорируемых земель по сравнению с немелиорируемыми объясняется неодинаковыми закупочными ценами на рис по сравнению с пшеницей и рожью, и в особенности высокой закупочной ценой на хлопчатник, которая, кстати, дифференцирована по регионам. Так, закупочная цена 1 т зерна в СССР была 220; хлопка — 923 р. В Туркмении она равна 1174 р. Закупочные цены по состоянию на 80-е годы были: на картофель 210 р., сахарную свеклу — 58, виноград — 485, овощи — 255 р. Именно различия в закупочных ценах формировали искаженное представление о высокой эффективности водных мелиораций.

За двадцать лет развития водных мелиораций (с 1966 по 1985 г.) из государственного бюджета было израсходовано более 120 млрд р., причем водные мелиорации — орошение и осушение — являлись наиболее капиталоемкими, трудоемкими и материалоемкими. Достоинство водных мелиораций, осуществленных вместе с культуртехническими работами, известкованием почв и внесением минеральных и органических удобрений, заключается в быстром повышении плодородия низкопродуктивных земель; их недостаток — в высокой стоимости, составляющей при выполнении всех необходимых видов работ в случае осушения 2,5—3,5 тыс. р./га. В случае создания систем двойного регулирования (осушительно-увлажнительных) стоимость возрастала до 4—5 тыс. р./га, а с учетом возведения природоохранных объектов и проведения природоохранных мероприятий — 5—6 тыс. р./га. Поэтому осушительные мелиорации оправдывают себя лишь при достижении устойчивых высоких показателей урожайности: корнеплодов — не менее 500 ц/га, картофеля — 220—250, зерновых — порядка 28—35, сена многолетних трав — 80—100 ц/га. Примерно такие же показатели или чуть более низкие были взяты в качестве проектных для Нечерноземной зоны европейской части России при обосновании проведения мелиораций в 70-е, начале 80-х годов.

Однако удельная стоимость мелиораций в Нечерноземье в тот период не превышала 1,5 р./га. Этот же показатель для районов орошения всегда был еще выше и составлял 2,5—4 тыс. р./га, а в 80-е годы возрос до 6—7 тыс. р./га. В целом результаты водных мелиораций по стране на середину 80-х годов можно охарактеризовать в основных чертах следующим образом. Число колхозов и совхозов, вышедших на проектную урожайность возделываемых культур после проведения мелиорации в Нечерноземной зоне, не превышало 30—35%, в Тверской, Рязанской, Костромской областях составило 25%. Проектная урожайность многолетних трав достигнута в еще меньшем числе хозяйств, что не позволило снизить себестоимость молока и мяса. В южных районах (Средняя Азия, Казахстан, Украина) проектная урожайность была достигнута примерно в 1/3 хозяйств. Водно-земельные мелиорации оказались убыточны и на Дальнем Востоке, где себестоимость 1 ц риса за

последние 20 лет возросла в 2 раза, а сроки окупаемости строительства рисовых и осушительных систем многократно превышали нормальные (Ралько, 1988). В Нечерноземной зоне РСФСР при нормативных сроках окупаемости 8—10 лет в 75% хозяйств они составляли более 10—12 лет.

Сформированная АН СССР комиссия по водным мелиорациям во главе с академиком А. Л. Яншиным в 1985—1986 гг. всесторонне проанализировала причины низкой эффективности водных мелиораций с целью выработки новой стратегии их проведения¹. Работа комиссии ставила и другую не менее важную задачу — объективно оценить экономическую и социальную целесообразность переброски части стока северных рек в южные районы России и бывшие республики Средней Азии.

Комиссия констатировала, что представления о высокой экономической эффективности крупномасштабных водных мелиораций не соответствуют действительности и базируются на неверной методологической основе, при которой:

1) расчет валовой продукции велся не по отношению к дополнительно собранному урожаю (в сравнении с естественными, в частности с богарными условиями), а исходя из вклада мелиорированных земель в общий объем производства;

2) не находил отражения в соответствующих показателях факт строительства оросительных и осушительных систем на относительно высокопродуктивных пахотных и пастбищных угодьях;

3) не учитывалось целенаправленное первоочередное материально-техническое обеспечение мелиоративных систем за счет сокращения ресурсов, направляемых на интенсификацию сельского хозяйства и создание сельской инфраструктуры;

4) диспропорции в закупочных ценах на зерно, хлопок, картофель и другие овощи давали искусственно завышенные значения валовой сельскохозяйственной продукции на мелиорированных землях, при использовании стоимостных показателей;

5) экологические и другие побочные последствия водных мелиораций, включая снижение биологической продуктивности на прилегающих к мелиоративным системам землям, падение уловов рыбы, рост заболеваемости населения в результате размножения переносчиков болезнетворных организмов — все это также практически не учитывалось при определении эффективности мелиорации.

Причин низкой экономической эффективности водной мелиорации за ее более чем двадцатилетний период более чем достаточно. Главные из них следующие.

¹ В Комиссии АН СССР по водным мелиорациям, в части эффективности осушительных и оросительных мелиораций наиболее активно работали А. Л. Яншин, В. А. Ковда, Н. Ф. Глазовский, С. Г. Жуков, Н. Г. Минашина, Н. Д. Матрусов, Е. М. Подольский, А. Ю. Ретюм, Н. П. Юрина, К. Н. Дьяконов и др. В настоящем разделе частично использованы материалы комиссии.

1. Низкое качество проектирования и водохозяйственного строительства, сдача объектов с недоделками и отступлением от проектов. Следствие — в Нечерноземной зоне РФ в неудовлетворительном состоянии находятся осушительные системы на площади более 400 тыс. га, оросительные — на площади 155 тыс. га. В 1988 г. Правительством РСФСР было списано около 1 млн га мелиорированных, но не потерявших свой производственный потенциал земель. В среднем за 1960—1985 гг. орошение 1 тыс. га сопровождалось засолением почвы на площади 190 га, в том числе 150 га пашни.

2. Неудовлетворительная эксплуатация оросительных систем. Рекомендуемые нормы полива завышены на 50% против уровня, обеспечивающего максимально полную отдачу воды. Структура водопотребления в сельском хозяйстве южных районов была ориентирована на увеличение отбираемых объемов вод, компенсировать которые была призвана планируемая переброска. Из-за неудовлетворительной эксплуатации оросительных систем в период с 1966 по 1985 г. из введенных 11,7 млн га земель выбыло 2,9 млн га, а из осушенных 11,5 млн га списано 4,3 млн га, т. е. 25 и 37% к вводу мелиорированных земель (Лемешев, 1988).

3. Низкая окупаемость капитальных вложений в осушительную мелиорацию в Нечерноземной зоне РФ была обусловлена дефицитом рабочей силы из-за неразвитости социально-экономической инфраструктуры и неблагоприятной демографической ситуации (возрастной структуры населения).

4. Эколого-географической экспертизы проектов мелиорации земель не существовало. Сложившаяся в 70—80-е годы практика проведения экологических экспертиз на уровне государственных органов была такова, что экспертизе подлежали, как правило, проекты, сметная стоимость которых составляла от сотен миллионов до десятков миллиардов рублей. Сам по себе отдельно взятый проект орошения или осушения в пределах даже крупных хозяйств по стоимости редко превышал десятки миллионов рублей. Поэтому такие проекты не подлежали независимой экспертизе, а проходили лишь согласование в областных и районных организациях по охране природы.

5. Автономность развития «конструктивной» географии (Герасимов, 1966) и гидротехнической мелиорации. Хотя у истоков комплексной физической географии и мелиорации стояли одни и те же выдающиеся ученые (см. гл. I), формирование мелиоративной географии как научного направления происходило автономно от гидротехнической мелиорации. Нельзя не согласиться с утверждением В. И. Булатова, что «мелиорация, несмотря на дорого оплаченный негативный опыт, медленно меняет тип геосоциальной деятельности с его затратностью, гигантизмом, отсутствием альтернативных проработок» (1990, с. 37).

6. Отсутствие экономической оценки водных ресурсов в ре-

гиональном и отраслевом разрезах, практически бесплатность пользования водой, что не стимулировало поиск организационных, стоимостных, технических путей сокращения водопотребления.

7. Отсутствие научной методики обоснования очередности выбора объектов мелиорации в регионе (Покровский, 1982).

Исчерпывающий анализ соотношения затрат и результатов применительно к водным мелиорациям, что необходимо для установления реальной ее эффективности, затруднен в настоящее время отсутствием информации по:

удельным трудовым, материальным и капитальным затратам на освоение и эксплуатацию 1 га немелиорированного и мелиорированного полей по основным физико-географическим провинциям;

динамике урожайности отдельных культур на мелиорированных и немелиорированных землях по периодам, позволяющим пользоваться средними многолетними величинами;

ухудшение качества поверхностных и подземных вод в районах осушения, качества вод в питьевых водоисточниках;

побочным последствиям водных мелиораций, включающим снижение биологической и сельскохозяйственной продуктивности ландшафтов на прилегающей территории и т. д.

Социальная оценка водных мелиораций. В характеристику социальных условий и их оценку входят санитарно-гигиенические, эстетические и психологические условия. Несмотря на то, что часть мелиоративных систем, например в Белоруссии, с экономической точки зрения нерентабельны, сроки окупаемости их выше нормативных в 1,5—3 раза, социальная значимость их высока. В результате осушения и проведения санитарно-гигиенических мероприятий в Полесье были ликвидированы очаги малярии, лептоспироза, туляремии; сопутствующее мелиорации строительство дорог и поселков городского типа позволило создать для сельского населения природно-социальные условия, близкие к «желаемой оптимальной среде».

ГЛАВА VI

СНЕЖНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ

VI.1. ЗНАЧЕНИЕ СНЕЖНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Под снежными мелиорациями земель понимается воздействие человека на снежный покров и через него на тепловой и водный режимы почвы. Доля «твердых» осадков в целом по территории СНГ составляет 30% от годовой суммы, но соотношение твердых осадков к годовым по территории очень неравномерно и подчинено зональным и циркуляционным условиям (рис. 23). На обширных пространствах Сибири и Даль-

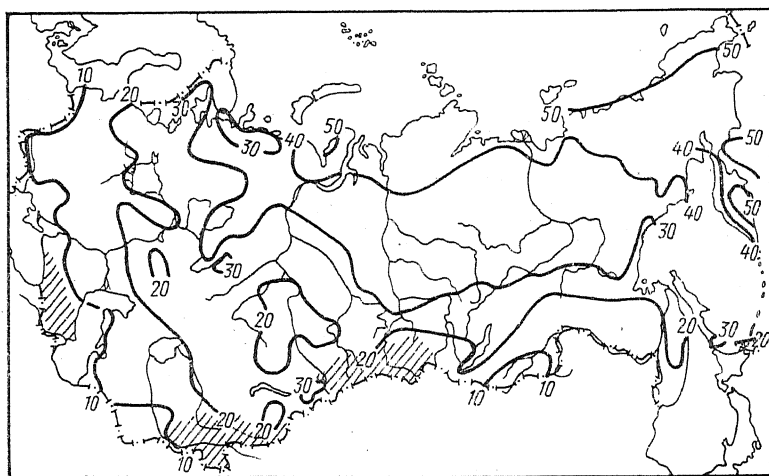


Рис. 23. Доля твердых осадков в процентах от годовой суммы

него Востока, за исключением южных районов и Приморья, доля твердых осадков в общей сумме составляет 30—50%; на европейской территории бывшего СССР — от 10 до 30, а в Казахстане, государствах Средней Азии и юге Приморья — 10—20%.

Снежный покров существенно влияет на температуру верхних почвенных горизонтов, предохраняя зимующие растения от действия сильных морозов, уменьшает глубину промерзания почвогрунтов, обеспечивая получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. На Крайнем Севере он позволяет создавать зимние снежные дороги, используется в качестве строительного материала. Наряду с этим, снежные заносы, обвалы и лавины в горах наносят ущерб транспорту, разрушают здания и другие сооружения, уносят человеческие жизни. Поэтому проблема рационального использования снежного покрова в народном хозяйстве, особенно в сельском, имеет большое значение. Лавиноведение, благодаря исследованиям Г. К. Тушинского, М. Ч. Залиханова, К. С. Лосева, К. Ф. Войтковского, В. С. Ревякина, С. М. Мягкова, Е. С. Трошкиной и других ученых, сформировалось в самостоятельную отрасль снеговедения.

Значение снежных мелиораций состоит не только в накоплении или уменьшении слоя снега на полях, но и в удержании его на месте выпадения для равномерного укрытия полей и создания оптимального климата верхних слоев почвы зимой и весной. При метельном переносе снега в открытых ветру степных районах происходит перераспределение снега, что приводит к «пятнистым», частичным повреждениям озимых культур, недоразвитости растений, задержке в созревании их на тех участках, которые находились во время сильных морозов под малым снежным укрытием. Неодинаковое распределение снега на полях приводит к разной обеспеченности влагой в почве весной и тем самым снижает урожай культурных растений.

Большое практическое значение снежной мелиорации полей обусловило значительный рост площадей, где проводится это важное мероприятие по улучшению природной среды.

Впервые в нашей стране было проведено снегонакопление в 1932 г. в Поволжье после крайне засушливых предшествовавших сильных засух 20-х годов. Площадь мелиораций составила тогда около 100 тыс. га. В настоящее время по своим масштабам этот вид мелиорации в странах СНГ намного превышает площадь водных мелиораций (более чем вдвое).

На роль снежного покрова и целесообразность его использования в сельском хозяйстве первым указал крупнейший русский ученый климатолог А. И. Воейков. Он отметил, что снежный покров влияет на климат, погоду, водные ресурсы и земледелие. А. И. Воейков разработал способы исследования снежного покрова на полях и организовал первую сеть станций, ведущих систематические наблюдения за снежным покровом. Одновременно Воейков наметил и пути использования снега. Он считает, что распределение снега в значительной степени зависит от воли человека. Целесообразно размещая изгороди, посадки деревьев и кустарников и оставляя на поле стебли высоких растений, можно не только изменить отложение

снега, увеличивая снежную толщу в одних местах и уменьшая ее в других местах, где снежный покров излишен, но и регулировать его общее количество на поверхности земли.

В 90-х годах прошлого века идеи Воейкова получили дальнейшее развитие в работах крупных ученых почвоведов — В. В. Докучаева, П. А. Костычева и А. А. Измаильского, которые отмечали большое значение снежного покрова в степных районах в борьбе с засухой и зимней гибелью хлебов от морозов, а также в повышении урожайности культурных растений.

В начале XX в. на ряде опытных сельскохозяйственных станций юга Украины проводилось изучение влияния снежного покрова на урожай растений. Широкие исследования по данной проблеме развернулись в 20-е годы в Поволжье под руководством акад. Р. Э. Давида. В последующие десятилетия они продолжались в научно-исследовательских институтах и на опорных опытных станциях в степной зоне России, на Украине, в Западной Сибири, Северном Казахстане и на Северном Кавказе. В результате исследований были установлены зависимости урожайности культурных растений от высоты и плотности снежного покрова, характера залегания на полях, времени установления и схода и др. Также были разработаны агротехнические приемы снежной мелиорации для тех или иных групп сельскохозяйственных культур — озимых, яровых, трав, садовых и овощных, кормовых.

В 50—60-е годы значительные исследования были выполнены в Институте географии АН СССР и других учреждениях различных ведомств и вузах страны. За эти годы Институтом географии были выпущены серии сборников работ по изучению и использованию снежного покрова в разных отраслях народного хозяйства. Большая роль в руководстве этими исследованиями принадлежала видному ученому, физико-географу Г. Д. Рихтеру.

В 70—80-е годы исследования снежного покрова и проведение снежной мелиорации осуществлялись в Московском государственном университете (Шульгин, 1986), Саратовском Институте сельского хозяйства, Институте зернового хозяйства в Северном Казахстане (Шортанды), в ГГО им. А. И. Воейкова. И. Д. Копаеву принадлежит обобщенная работа по снежному покрову СССР (1978).

Все проведенные работы по этой проблеме и практика снежной мелиорации полностью подтвердили идеи А. И. Воейкова об исключительной значимости снежных мелиораций для южных районов России (1884—1889 гг.).

VI.2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ СНЕЖНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Потребность в снежных мелиорациях и районирование территории зависит от климатических и физико-географических

условий. Длительность залегания снежного покрова составляет от нескольких дней и недель на юге до 8—9 месяцев на севере, а в горных районах он лежит круглый год. Средняя высота снежного покрова наибольшая и по декадам колеблется от 10 см на юге СНГ до 80 см на севере. Зимы бывают много-, мало- и среднеснежные. На русской равнине снежный покров формируется в конце октября в северных районах и в середине декабря — в южных. На большей части территории Западной Сибири он образуется в конце ноября на юге и в конце сентября на севере. Сход снега происходит более или менее равномерно: раньше всего (в конце февраля) — на юго-западе России; позднее — на севере (в конце мая), а на Крайнем Севере — в конце июня.

По высоте снежного покрова и продолжительности его залегания Г. Д. Рихтером (1953, 1960) было проведено районирование территории СССР, не утратившее своего значения до настоящего времени (рис. 24). Было выделено семь зон: 1) бо-

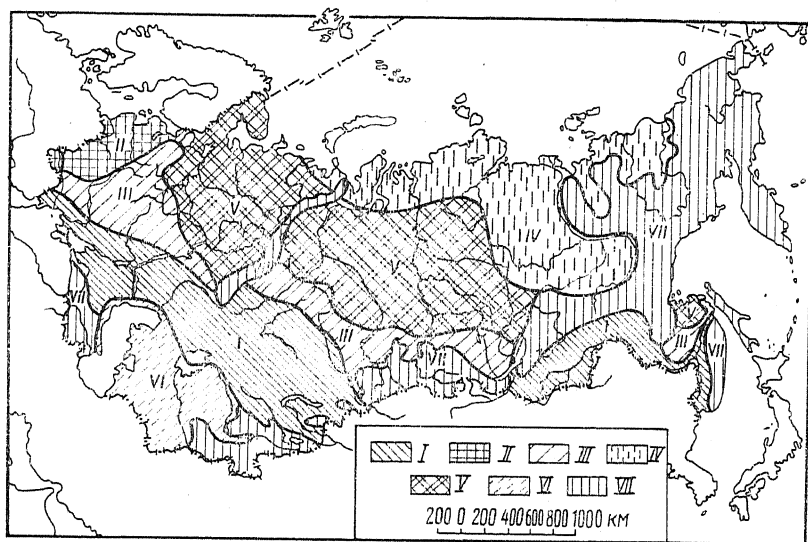


Рис. 24. Зоны снежных мелиораций (Рихтер, 1960): I—VI зоны, VII — горные территории

лее 70 см высоты, 2) от 50 до 70, 3) от 30 до 50, 4) от 10 до 30, 5) менее 10, 6) от 20 до 50 см и 7) горные районы.

В настоящее время составлена новая карта снежной мелиорации (Сомова, Шульгин, 1986), которая дает представление о снежных ресурсах и отражает фактическое размещение снежной мелиорации на полях (рис. 25). В качестве основных показателей при выделении зон снежной мелиорации рассматривались: характер увлажнения почвы, средние из наибольших

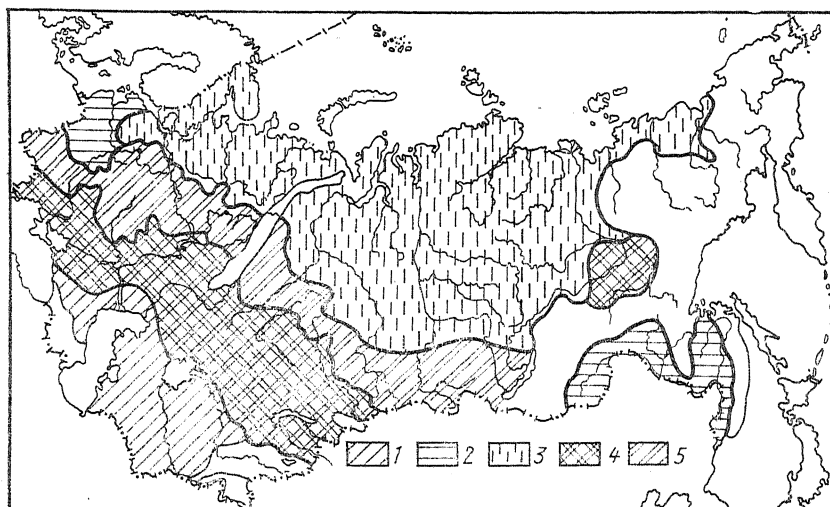


Рис. 25. Снежная мелиорация в СССР (Сомова и Шульгин, 1984). Территории, не нуждающиеся в снежной мелиорации: 1 — с неустойчивым снежным покровом, высотой менее 10 см, 2 — с неустойчивым снежным покровом высотой 20—30 см и оттепелями зимой, 3 — с устойчивым и длительным снежным покровом. Территории, нуждающиеся в проведении снежных мелиораций: 4 — малоснежные и засушливые, с высотой снежного покрова 10—30 см; 5 — умеренно снежные, недостаточного и неустойчивого увлажнения с высотой снежного покрова 30—50 см. Горные районы не заштрихованы

декадных высот снежного покрова и средние из абсолютных минимумов температуры почвы на глубине залегания узла кущения озимых культур (3 см). В зависимости от этих показателей, а также высоты снежного покрова и продолжительности его залегания, выделено лишь пять зон (см. рис. 25).

Территории, где нет необходимости в проведении снежной мелиорации, находятся в трех зонах: 1) с неустойчивым и кратковременным снежным покровом высотой менее 10 см; 2) с неустойчивым снежным покровом высотой 20—30 см и оттепелями зимой; 3) с устойчивым и длительным снежным покровом высотой более 50 см. Территории, нуждающиеся в проведении мелиорации, разделены на две зоны: 1) малоснежная и засушливая с высотой снежного покрова 10—30 см — степные и сухостепные районы Поволжья, Северного Кавказа, Урала, северная и центральная части Казахстана, центральная часть Якутии, Украина; 2) умеренно снежная, неустойчивого и недостаточного увлажнения с высотой снежного покрова 30—50 см — юго-запад Украины, центральные и северо-восточные районы ЕТС, Средний Урал, юг Западной Сибири.

Итак, наибольшие площади земель, нуждающихся в проведении снежных мелиораций, сосредоточены в Поволжье, Казахстане, юго-восточной части ЕТС и в Западной Сибири. Во

влажных районах запада ЕТС, в восточных районах Сибири и на Дальнем Востоке площади снежной мелиорации в настоящее время малые или полностью отсутствуют. Это размещение площадей снежных мелиораций отражает закономерности климатических и почвенных условий.

Для решения вопроса о целесообразности применения различных способов снежных мелиораций необходимо тщательно учитывать местные ландшафтно-климатические условия, важнейшими из которых, по Г. Д. Рихтеру, выступают следующие:

1. Время выпадения снега и наступления сильных морозов. Даты появления снежного покрова и перехода средних суточных температур через 0° . В северной половине ЕТС эти даты почти совпадают. В южной же половине и особенно на юго-востоке переход средних суточных температур воздуха через 0° значительно опережает появление снежного покрова (в низовьях р. Эмбы на 20—25 дней). Таким образом, на юго-востоке морозы и промерзание почвогрунтов начинаются до образования снежного покрова. На западе европейской части России, Белоруссии, Украины снежный покров ложится задолго до наступления сильных морозов.

К западу и югу от линии, идущей от Санкт-Петербурга на Тверь, Орел, Воронеж, Волгоград, Гурьев, Кзыл-Орду и к южному побережью оз. Балхаш, ясно выраженного периода со среднесуточными температурами ниже -10° не наблюдается. Разница между средними сроками установления снежного покрова и началом периода со средними температурами ниже -10° уменьшается по направлению к востоку. В связи с этим значение мероприятий по более раннему накоплению снега возрастает с запада на восток.

2. Состояние почвогрунтов перед уходом под снег. Если снежный покров значительной мощности ложится на талую почву, то возможна гибель посевов от выпревания. Раннее снегозадержание в таких случаях применять не следует, а в отдельных случаях необходимо использовать укатывание и уплотнение снежного покрова для увеличения его теплопроводности. При значительных запасах влаги в метровом слое почвы к концу осени снегонакопление излишне, при малых запасах оно крайне необходимо.

3. Разнообразие хода накопления снежного покрова в течение зимы в районах с различными природными и климатическими условиями. На большей части территории СНГ, особенно в западных районах, накопление снежного покрова происходит непрерывно в течение всей зимы, причем наибольшей толщины он достигает весной, перед началом таяния снега. Совсем по-иному происходит накопление снега в условиях континентального климата Восточной Сибири. Мощность снежного покрова здесь быстро нарастает и иногда достигает наибольшей толщины уже в начале или в первой половине зимы. На протяжении большей части зимы при антициклональном типе

погоды снегопады почти не наблюдаются и увеличения толщины снежного покрова не происходит.

4. Время достижения снежным покровом наибольшей высоты. В пределах стран СНГ наибольшей толщины снежный покров достигает на юге Украины в среднем в середине февраля, а на Крайнем Севере — в начале апреля.

5. Устойчивость снежного покрова. В течение зимы под влиянием продолжительных оттепелей снежный покров иногда исчезает. Особенно часто это явление наблюдается на юго-западе России, где снег сходит в течение зимы по нескольку раз. По мере продвижения к востоку и северо-востоку устойчивость залегания снежного покрова возрастает. Число дней с оттепелями, сгоняющими снежный покров в зимний период, в западных и южных районах достигает 15, на северо-востоке такие дни отсутствуют.

6. Средняя высота снежного покрова. В зависимости от наличия снежных ресурсов можно планировать снежные мелиорации.

7. Средние и минимальные температуры зимнего периода.

8. Продолжительность и крайние сроки периода низких температур воздуха.

9. Глубина промерзания почвы и температурный режим почвы под снежным покровом. Знание температурных условий самого верхнего слоя почвы, времени и продолжительности низких температур в почве имеет большое значение для проведения снегозадержания на посевах зимующих культур и в садовых насаждениях.

10. Ветровой режим (частота метелей, интенсивность переноса снега, сроки наступления метелей, скорость и направление ветра и пр.).

11. Сроки схода снежного покрова и прекращения весенних заморозков.

12. Рельеф местности.

13. Наличие растительности (древесной, кустарниковой, травянистой) и ее расположение.

14. Распределение угодий и полей, имеющих различное назначение и использование. В зависимости от этого нужно установить площади, с которых можно снять массы снега, и те площади, на которых необходимо задержать и накопить снег.

VI.3. ВИДЫ И СПОСОБЫ СНЕЖНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Снежная мелиорация как тип мелиораций делится на два подтипа: 1) терморегулирующая с двумя видами — снегозадержание и снегоуплотнение и 2) влагорегулирующая с двумя видами — снегонакопление и снеговодоудержание.

Снегозадержание направлено на сохранение и удержание выпавшего снега от сдувания его сильным ветром. Оно в основном регулирует температурный режим почвы. Снегоуплотне-

ние направлено на уменьшение высоты снежного покрова и увеличение плотности снега. Оно регулирует также температурный режим почвы путем устранения избыточного для зимующих культур слоя снега.

Снегонакопление направлено не столько на удержание выпавшего снега, сколько на увеличение высоты снежного покрова за счет снега, сносимого ветрами и метелями с окружающих поле пространств, т. е. слой снега в одних местах повышается за счет снега, сносимого из других мест — мест снегосброса. Оно регулирует в основном водный режим почвы. Удержание талых снеговых вод также проводится в целях увеличения весной запасов влаги в почве на месте залегания снега зимой.

Существует несколько способов снежной мелиорации: 1) механизированный, т. е. с помощью специальных орудий — снегопахов на тракторной тяге, 2) с помощью растительности — лесных полос, кустарниковых защит, высокостебельных растений, оставлением высокого жнивья и 3) комбинированный.

Механизированный способ осуществляется специальными снегопахами — снегособирающими СВУ-2,6, которые образуют валки из снега. Этим орудием снежный покров высотой не менее 15 см подрезается и разбивается на крупные глыбы, которые становятся на ребро и сдвигаются в середину, образуя валик высотой до 30—40 см и более; расстояние между снежными валиками в среднем составляет от 5 до 10 см. Производительность агрегатов из нескольких снегопахов, которые тянет на буксире трактор К-700 или ДТ-75, равна от 50 до 80 га за смену.

После заполнения снегом в результате последующих снегопадов проводят повторную снегопахоту. При этом снегопах между первыми валками образует новые с расстоянием до 2—3 м. Этим достигается равномерное распределение снежного покрова на полях, что обеспечивает наибольшую эффективность снегопахоты. Разработаны и другие агрегаты, например уплотнитель — валкование снега УВС-10 с глубиной захвата 10 м, — сочетающий уплотнение снега полосами и образование между ними валков. Этот агрегат используется при снегопахоте по оставленной на зиму стерне. В районах с избыточным снежным покровом и в многоснежные зимы в северо-восточных районах ЕТС при борьбе с выпреванием озимых культур проводится уплотнение снежного покрова катками.

Для задержания и накопления снега на полях используется также растительность. Одним из таких способов служит создание полезащитных лесных полос: ажурной, продуваемой и плотной конструкции, состоящей из 2—3 рядов деревьев. Расстояние между полосами разное в зависимости от силы ветров в разных регионах. Распределение снега между полосами не равномерное, поскольку значительная его часть остается непосредственно у деревьев.

Эффективным способом снегонакопления и снегозадержания служит создание кулис из высокостебельных растений (однолетних): подсолнечника, кукурузы, горчицы, сорго и др. Растения высевают рядами в направлении, перпендикулярном направлению господствующих ветров. Кулисы представляют собой двухстрочную ленту с расстоянием между рядами в ленте 15 см, а между лентами 3,6—7,2 м (один или два прохода культиватора и тракторной сеялки). Растения высевают на парах за 35—40 дней до посева озимых. После посева растений кулисами до сева озимых проводится культивация пара. К зиме высокие стебли кулисных растений (60—70 см) успевают одревенеть и, начиная с первых снегопадов, хорошо задерживают снег. Весной при бороновании озимых стебли кулисных растений легко удаляются, так как после зимы они становятся очень ломкими.

Применяются кулисы и при посевах яровых. Для этого одновременно с посевом яровой пшеницы, ячменя и других культур высевают кулисы из подсолнечника из 3—6 рядов, с расстоянием между кулисными лентами 5,4 м. Они ослабляют действие суховея. После уборки яровых культур в поле остаются кулисы, которые способствуют накоплению зимой снега под следующую культуру.

В восточных районах страны особым способом накопления снега служит стерня, которая равномерно задерживает снег на полях. Чем выше стерня, тем больше накапливается снега; однако оставлять высокую стерню затруднительно при местных сортах яровой пшеницы. Поэтому создаются кулисы полосами шириной в 6 м, сочетанием на части поля высокой и низкой стерни.

Комбинированный способ снежной мелиорации состоит в сочетании накопления снега при помощи стерни и дополнительного снегонакопления механизированным способом.

Эффективность снежной мелиорации во многом зависит от времени и правильного выбора способа ее проведения. Особенно важен ранний срок, так как в большинстве континентальных районов страны в первую половину зимы выпадает от $1/3$ до $2/3$ всех зимних осадков, однако в начале зимы на открытых полях снежный покров обычно небольшой и не всегда достаточный для сохранности зимующих культур и удерживания его на месте при сильных ветрах.

Основным критерием эффективности снежной мелиорации служит прирост урожайности сельскохозяйственных культур. Многолетние данные основных научно-исследовательских институтов и опытных станций в разных регионах свидетельствуют о значительной эффективности снежной мелиорации. В суровые и малоснежные зимы с полной гибелью или значительными повреждениями посевов эффективность снежной мелиорации, т. е. прирост урожайности, даже при среднем уровне урожая достигает 1,0—1,5 т/га. В среднем же прибавка уро-

жая озимых составляет в основных зонах их возделывания в ЕТС 0,5 т/га. Эффективность снежной мелиорации больше на полях с озимыми культурами, чем с яровыми зерновыми. Она выше в континентальных восточных районах, чем в западных, менее континентальных.

VI. 4. ВЛИЯНИЕ СНЕЖНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ НА ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

Снежная мелиорация оказывает большое влияние на многие природные условия и продуктивность земледелия. Прежде всего она влияет на снежный покров, его высоту и плотность залегания. Мощность снега на больших массивах полей при осуществлении снежных мелиораций в 2—3 раза превосходит высоту снега в естественных условиях, причем наблюдается и равномерное распределение его.

Регулирование снежного покрова воздействует на изменение климата верхних слоев почвы, его температурный и водный режимы. На территории нашей страны существует семь типов климата почвы зимой: 1) очень мягкий, где средний из абсолютных минимумов температуры почвы на глубине 3 см составляет от -4 до -8° ; 2) мягкий от -8 до -12° ; 3) умеренно холодный от -12 до -16° ; 4) холодный от -16 до -20° ; 5) очень холодный от -20 до -24° ; 6) суровый от -24 до -28° ; 7) очень суровый от -28 до -32° и ниже. Снежная мелиорация позволяет передвинуть на два и более типов климат почв в более благоприятную сторону для земледелия.

Наблюдения показали, что температурный режим почвы на глубине 3 см под снежным покровом по сравнению с температурой на оголенном участке характеризуется значительно меньшими абсолютными минимумами отрицательных температур, большей равномерностью их хода в течение зимы, меньшей связью между ходом температуры воздуха и почвы.

Насколько велико различие в термическом режиме почвы под снежным покровом разной высоты, можно видеть из многолетних данных наблюдений в разных регионах страны. Так, в Западной Сибири (Барнаул) в большинстве дней минимальная температура почвы колебалась на кулисных парах под снежным покровом высотой 30—50 см от -10 до -5° ; на участке со снежным покровом высотой 10—30 см — от -20 до -10° ; на оголенном участке — от -30 до -20° . Минимальная температура воздуха была от -40 до -20° . Абсолютный минимум температуры почвы на первом участке со снегозадержанием — всего -15° , в то время как на втором, с естественным залеганием снежного покрова, он был равен -22° , а на оголенном участке даже $-31,6^{\circ}$, при температуре воздуха -49° . Таким образом, эффект снежной мелиорации составлял в среднем от 7—10 до 20° и более.

В Поволжье при высоте снежного покрова, накопленного в

начале зимы, равной 20 см, температура почвы не опускалась ниже -8° , а на поверхности снега она доходила до $-35,5^{\circ}$. На Украине высота снежного покрова была равна 5 см и более, при кратковременных похолоданиях разность температур воздуха и почвы составляла $10-14^{\circ}$, а при высоте $15-20$ см — от 14 до 23° . В предгорьях Северного Кавказа разность температур воздуха и почвы при высоте снежного покрова от 10 до 15 см составляла $5-18^{\circ}$.

В Московской обл. разность минимальных температур почвы на оголенном участке и на участке со снегозадержанием составляла $4,1^{\circ}$, а разность абсолютных минимумов температур почвы -15° .

Снежная мелиорация значительно увеличивает запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к весне — ко времени посева яровых культур и к началу вегетации озимых и многолетних трав. Проведенные в разных природных зонах и в разные годы наблюдения показали, что в метровом слое почвы весной запасы влаги на полях со снежной мелиорацией были на $35-55$ мм больше, чем на полях без снегомелиоративных мероприятий. По сравнению с осенним периодом запасы влаги в этом слое на участках со снежной мелиорацией повысились от 50 до 90 мм, в то время как на полях без снегонакопления — всего от 15 до 50 мм.

Наряду с водно-термическим эффектом снежная мелиорация влияет на глубину промерзания почвы. Разность глубин промерзания почвы между участками без снега и со снежной мелиорацией составляет от 75 до 100 см и более. Решающим фактором эффекта снежной мелиорации служит высота снежного покрова.

Снежная мелиорация влияет на перезимовку озимых растений. Повреждения и гибель растений в неблагоприятные годы происходит по следующим причинам: 1) вымерзание вследствие действия низких температур почвы ниже критических (от 16 до 20° в среднем); 2) вымокание вследствие длительного застоя талых вод; 3) выпревание вследствие действия температур почвы выше критических (выше $-5-0^{\circ}$), 4) из-за ледяной корки, 5) при слабом развитии растений осенью и переходе их в ослабленном состоянии в зиму.

Гибель и повреждения растений на площади более 10% посевов проявляются неодинаково в разных природных зонах. На территории Северного Кавказа, юго-востока Украины, Нижнего Поволжья, на юге центрально-черноземных областей, юге и западе Казахстана гибель озимых происходит от вымирания. Вероятность гибели посевов на юге составляет менее 30% лет, на востоке — 50% лет и более. На территории Молдавии, центральных и северных районов Украины, северной части ЦЧО, на юге Нечерноземья, Среднего Поволжья, юге Урала, юге Западной Сибири и Казахстана вероятность гибели посевов озимых от вымерзания составляет $20-30\%$ лет, на восто-

ке она увеличивается до 30—50% лет. В западных областях Украины, Белоруссии и в государствах Балтии гибель посевов от вымокания составляет 10—20% лет. В северо-западных и в большинстве центральных областей европейской части РФ причинами повреждений озимых культур служит выпревание и вымокание. В северо-восточных областях европейской части РФ, на Урале (кроме южных районов), а также в лесной зоне Западной Сибири гибель озимых происходит от выпревания в 10—30% лет.

Зимняя гибель озимых культур в больших размерах наблюдалась в 1928, 1956, 1969, 1972, 1974, 1985, 1986 гг. Повреждения и гибель посевов находятся в большой зависимости от зимнего климата почвы, главным образом от его температурного режима.

Снежная мелиорация обеспечивает создание оптимального режима температур от -5 в верхнем слое почвы до -15 — -20° — в среднем, а также накопления оптимальных запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы от 80—100 до 150—180 мм к весне и в первую половину лета.

ГЛАВА VII

КЛИМАТИЧЕСКИЕ МЕЛИОРАЦИИ

VII.1. ЗНАЧЕНИЕ И ПРЕДПОСЫЛКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ МЕЛИОРАЦИЙ

Климатические мелиорации — это целенаправленное улучшение свойств ландшафта и природной среды путем изменения факторов формирования климата, метеорологических процессов и, как следствие, климатических условий. Объектами климатических мелиораций служат почва, приземный слой воздуха, атмосфера, гидросфера, растительность и поселения человека.

По масштабам, значению и эффективности различают макро-, мезо- и микроклиматические мелиорации. Макроклиматические мелиорации охватывают планету Земля в целом и крупные ее физико-географические подразделения (страны, зоны, отдельные континенты). Мезоклиматические мелиорации распространяются на территории меньшего масштаба: физико-географические области, провинции, ландшафты. Микроклиматические мелиорации осуществляются на локальном уровне (фации, урочища, местности).

Важное значение имеют непреднамеренные изменения микро- и мезоклимата, обусловленные хозяйственной деятельностью человека, в своей совокупности могущие вызвать макроклиматический эффект из-за роста парниковых газов (М. И. Будыко, Г. С. Голицын, Ю. А. Израэль). В связи с этим, вероятно, целесообразно говорить о «вторичной» мелиорации климата, понимая под последней совокупность способов и методов устранения неблагоприятных свойств метеорологического режима и климата, обусловленных исключительно хозяйственной деятельностью человека.

Особое значение имеют мелиорации для сельского хозяйства. Засухи, пыльные бури, суховеи, заморозки, сильные морозы при бесснежье, многолетнемерзлые почвогрунты — все эти процессы и свойства ландшафта в значительной степени снижают его сельскохозяйственную и биологическую продуктивность и требуют мер по их устранению или смягчению.

Следовательно, сущность мелиорации климата состоит в

необходимости с точки зрения сельского, лесного и водного хозяйства, строительства и здравоохранения регулировании условий, находящихся в данном районе в минимуме, и в создании оптимальных условий.

Еще в конце прошлого века А. И. Воейковым отмечалось, что человек может существенно преобразовывать климат приземного слоя воздуха и почвы, изменяя такие природные факторы, как: 1) почвы, пески, снег; 2) воды; 3) растительный покров и 4) поверхность Земли. К числу важнейших приемов воздействия на микроклимат он относил: 1) орошение и обводнение; 2) осушение и сведение леса; 3) полезащитное и сплошное лесоразведение, защита полей кустарниковой и высокостебельной растительностью; 4) снежные мелиорации; 5) искусственный обогрев плантаций в целях борьбы с заморозками; 6) системы обработки почвы и агротехнических приемов возделывания культурных растений. Наряду с этими приемами возможны и крупные мероприятия по мелиорации мезо- и макроклимата.

Дальнейшая теоретическая и практическая разработка вопроса мелиорации климата получила развитие в работах современных климатологов и агроклиматологов — М. И. Будыко, О. А. Дроздова, П. И. Колоскова, Е. К. Федорова, В. Н. Адаменко и многих других. Установлено, что можно изменить температуру и влажность воздуха и почвы, скорость и направление ветра, осадки и испарение, промерзание почвогрунтов, фито- и микроклимат полей, существенно улучшить климат больших территорий.

П. И. Колосков дал классификацию климато-мелиоративных мероприятий: 1) по скорости проявления их результатов (медленная или быстрая); 2) по географическим масштабам (макро-, мезо-, микро-); 3) по характеру и внутренней структуре (перераспределительные во времени и в пространстве, положительные в течение года и многих лет и отрицательные, например при вырубке лесов, опустынивании земель; 4) по методам проведения: агротехнические, гидротехнические, фитогенетические, специальные мелиорации, осуществляемые крупными сооружениями, техническими приемами инженерного характера и другими перспективными и эффективными способами (Колосков, 1971).

В 70-е годы вопросы мелиоративной микроклиматологии разработаны В. Н. Адаменко (1979). Обоснованы пути и способы мелиорации климата путем изменения физических свойств деятельной поверхности. Особое внимание уделено решению проблемы мелиорации теплового режима почвы, воздействию на ее теплофизические свойства мульчированием и другими приемами; показана также эффективность мелиорации микроклимата полей.

Проблема регулирования климата почвы как в теплый, так и холодный период года в связи с обоснованием проведения

снежных и климатических мелиораций рассмотрена подробно в трудах А. М. Шульгина (1972, 1980, 1988).

Таким образом, краткая история исследований со времен А. И. Воейкова и до наших дней показывает возрастающее значение этого вида мелиораций. Потребность и возможности их осуществления обусловлены разнообразием климатов России и наличием спектра неблагоприятных свойств.

Потребность в проведении мелиорации мезо- и микроклимата не является постоянной. По существу, это оценочная категория, зависящая, с одной стороны, от уровня развития биологической и сельскохозяйственной науки, с другой — от материально-технических возможностей общества. Можно утверждать, что чем выше специализация сельского хозяйства и уровень дифференциации и адаптации сельскохозяйственных культур к местным физико-географическим и, прежде всего, климатическим условиям, тем меньше потребность в проведении климатических мелиораций, так как региональная специализация сельского хозяйства должна в максимальной степени учитывать «климатическую неустроенность». С ростом национального дохода общества и его материально-технического уровня появляются дополнительные финансовые ресурсы для проведения капиталоемких климатических мелиораций. Тем самым расширяется потенциальный мелиоративный фонд.

Конкретная потребность в проведении климатических мелиораций ландшафтов определяется по основным агроклиматическим показателям и характеристикам метеорологического режима. Главнейшие из них: продолжительность безморозного периода, суммы активных температур воздуха за вегетационный период, сезонное распределение атмосферных осадков и их годовые суммы, запасы продуктивной влаги в почве, периодичность заморозков, засух, суховеев, пыльных бурь, дней с относительной влажностью воздуха более 80%, повторяемость ураганов, штилей, дней с градом и т. д. Обширная информация по перечисленным явлениям и процессам систематизирована Гидрометеослужбой в Агроклиматических справочниках.

В целях научного обоснования и оценки потребностей осуществления климатических мелиораций проведено агроклиматическое районирование территории СССР (Колосков, 1971, Шашко, 1967). Выполнены также работы по агроклиматическому районированию отдельных регионов, в частности для Ленинградской обл. (рис. 26). Различия в мезоклимате по семи районам значительны: продолжительность безморозного периода в северных районах на 60—70 дней меньше, чем в южных. Различия в суммах активных температур воздуха составляют 800°.

Важную роль в обосновании мелиорации ландшафтов при помощи изменения метеорологического режима играют детальные климатические карты ландшафтных комплексов, микроклиматические карты отдельных хозяйств, а также крупномасштаб-

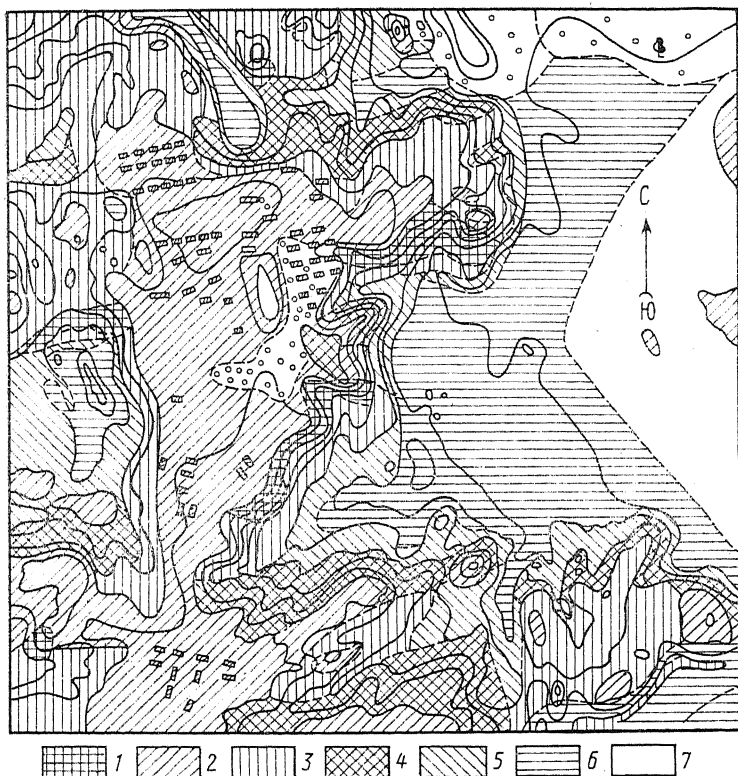


Рис. 26. Микроклиматическая карта отдельного хозяйства (Ленинградская обл.). Участки: 1 — самые теплые, сравнительно сухие, 2 — теплые, сравнительно сухие, 3 — умеренно теплые, достаточно увлажненные, 4 — прохладные, увлажненные, 5 — холодные, влажные, 6 — морозобойные, избыточно увлажненные, 7 — равнинные (фоновые)

ные карты распределения отдельных метеорологических элементов. Опыт создания таких карт имеется в ГГО им. А. И. Воейкова, МГУ, Харьковском университете и т. д.

VII.2. СПОСОБЫ И ПРИЕМЫ МЕЛИОРАЦИИ КЛИМАТА

Направленное и оптимальное изменение климата осуществляются целым рядом способов и приемов, разработанных и применяемых в практике сельского, лесного и водного хозяйств. Имеется положительный опыт архитекторов по ослаблению неблагоприятных черт климата при градостроительстве.

Можно выделить четыре группы способов проведения мелиорации климата: 1) агротехнические, 2) гидротермические, 3) фитомелиоративные и 4) инженерно-технические. Они позволяют в той или иной степени осуществлять микро- и мезоклиматические мелиорации. Пути воздействия на микро- и ме-

зомасштабные климатические процессы были обобщены В. Н. Адаменко (1979). Они ориентированы на воздействие на тепловой режим деятельных поверхностей. Было выделено 10 основных путей.

1. Перераспределение естественной коротковолновой и длинноволновой радиаций, поступающих к деятельной поверхности. Наиболее простой способ уменьшить поступление тепла — изменение ее альbedo и составляющих теплового баланса в сторону увеличения затрат на испарение и снижение затрат на турбулентный теплообмен с атмосферой. Увеличение поступления тепла требует либо создания искусственных источников энергии, либо снижения альbedo поверхности.

2. Увеличение, уменьшение и перераспределение влаги, поступающей к деятельной поверхности, что вызывает изменение структуры теплового баланса.

3. Изменение свойств деятельной поверхности путем преобразования ее формы (искусственный мезо- и микрорельеф, застройка, создание искусственных растительных экранов, изменение структуры почвы — пористости, плотности, агрегатного состава) и способности поглощать и усваивать энергию и влагу.

4. Изменение и преобразование ветрового режима путем создания ветровых экранов, увеличения или уменьшения шероховатости поверхности, искусственного увеличения проветриваемости территории путем выбора оптимального размещения строений, лесных полос и использования принудительной вентиляции.

5. Изменение режима увлажнения путем распыления, дождевания, создания акваторий, фонтанов и т. д. Поскольку испарение — мощный потребитель энергии, водные мелиорации неизбежно обуславливают изменения в микро- и мезоклимате территории.

6. Искусственный обогрев или охлаждение грунта и воздуха. Подогрев футбольных полей с целью сохранения нормативных свойств газона — яркий пример утеплительной мелиорации.

7. Мульчирование деятельной поверхности экранами, покрытиями, суспензиями, изменяющими ветровой режим и процессы обмена веществом и энергией между деятельными поверхностями и приземным слоем атмосферы.

8. Агротехнические методы, обуславливающие изменение водно-физических свойств почв и агроценозов — рыхление, уплотнение почвы, распашка, гребневание, парование, посев высокостебельных растений кулисами, внесение удобрений, культивация и т. д.

9. Создание теплиц и парников для выращивания растений.

10. Увеличение или уменьшение снежного покрова в холодное время года как прием, изменяющий процессы тепло- и влагообмена, перераспределяющий влагу в деятельном слое, изменяющий интенсивность и характер процессов оттаивания, промерзания и стока талых дождевых вод.

В настоящее время широкое применение нашли многие из этих приемов, в том числе те, которые направлены на регулирование климата почвы. Одним из них является **мульчирование**. Оно осуществляется: светопрозрачной полимерной пленкой, битумными черными эмульсиями, угольной пылью, ацетилцеллюлозной пленкой, черной мульчбумагой и т. д. По принципу действия мульчирующие материалы подразделяются на три группы: 1) мульча из сыпучих материалов, создающая дополнительное термическое сопротивление на границе почва — воздух; 2) непрозрачные укрытия из листового материала, приводящие к образованию на границе почва — воздух воздушных прослоек и изменению альбедо и испарения; 3) светопрозрачные укрытия, приводящие к перераспределению составляющих теплового баланса и уменьшающие затраты тепла на испарение и теплообмен с атмосферой.

Светонепрозрачные пленки характеризуются следующими микроклиматическими эффектами (Адаменко, 1979):

1) снижают испарение влаги из почвы и изменяют режим перераспределения влаги в верхние горизонты в начальный период вегетации растений;

2) ограничивают испарение и уменьшают транспирацию сорняков;

3) большое термическое сопротивление воздуха на границе почва — воздух и ограничение потока поступающей к почве солнечной энергии способствуют нагреву пленки с наружной стороны и уменьшению прогрева почвы;

4) нагрев почвы (в ясную маловетреную погоду) определяет небольшое повышение температуры воздуха, особенно в слоях, примыкающих к поверхности пленки.

5) повышение влажности почвы мульчированной пленкой приводит к улучшению способности проводить тепло, поступающее в грунт в результате возрастания теплопроводности.

Таким образом, мульчирование поверхности почвы изменяет весь комплекс факторов, определяющих физические условия в почве, и оказывает влияние на режим температуры и влажности почвы, уменьшает испарение, препятствует росту сорняков. Мульчирование пленкой почв тяжелого механического состава сохраняет корнеобитаемый слой почвы в более рыхлом состоянии по сравнению с участками без мульчи (Циприс, Ревут, 1974).

Основное отличие влияния светопрозрачных пленок от непрозрачных состоит в увеличении влияния пленки на поступление лучистой энергии к поверхности почвы и усилении роли конденсирующихся на внутренней поверхности пленок водяных паров, ограничивающих потери тепла с длинноволновым излучением. Усиление нагрева пахотного слоя почвы приводит к увеличению потока тепла в почву в среднем в 1,5—2 раза по сравнению с немulчированным участком. Эффективен данный способ мелиорации для многолетнемерзлых почв Якутии.

Весьма эффективным способом климатической мелиорации является совместное применение орошения и мульчирования. Отепляющий эффект мульчирования темной пленкой в сочетании с орошением проявляется в основном ночью. Эффективность ночных поливов, помимо экономии воды, обусловлена механизмом повышения теплофизических характеристик при увлажнении почвы, приводящим к улучшению теплообмена и компенсирующим потери тепла эффективным излучением.

Следует, правда, отметить, что при поливе происходят дополнительные затраты тепла на испарение и, как следствие, — охлаждение корнеобитаемого слоя, что часто можно рассматривать как нежелательное явление.

Наряду с охарактеризованными приемами мелиорации микро- и мезоклимата проводятся инженерно-технические приемы: 1) искусственное вызывание атмосферных осадков; 2) создание облаков и их рассеивание, 3) борьба с градобитием и 4) борьба со сходом снежных лавин.

Отечественная наука и практика достигли значительных успехов в борьбе с градобитием, ущерб от которого ежегодно в мире составляет порядка 2 млрд долларов (Бурцев, Дядюченко, 1982). В России и ряде стран СНГ (Молдавии, Грузии, Узбекистане и др.) создана противоградовая служба. Ее экономический эффект на середину 80-х годов оценивался в сотни миллионов рублей.

Град, по определению Всемирной метеорологической организации, — осадки в виде сферических частиц или кусочков льда диаметром от 5 до 50 мм, выпадающие из кучево-дождевых облаков. Он, как правило, проходит узкой полосой в 3—5 км (максимальная ширина — до 20 км), средняя длина градовой дорожки — 15—20, а максимальная — до 200 км. В момент своей зрелости кучевое облако может достигать 10—15 км в высоту и из него может разрядиться до 10 млн т осадков.

Первые исследования по активным воздействиям на облачные системы с целью борьбы с градом были начаты в нашей стране еще в 30-е годы под руководством В. Н. Оболенского и получили широкое развитие в 60-е годы под руководством академика Е. К. Федорова. Общий физический принцип активного воздействия на облачные системы заключается в том, что в некоторых метеорологических ситуациях и стадиях развития облаков их состояние неустойчиво и сравнительно небольшое количество льдообразующего вещества, внесенного в переохлажденное облако, способно нарушить равновесие и спровоцировать выпадение осадков (эффект спускного механизма).

Выявлено пять способов активного воздействия (Бурцев, Дядюченко, 1982).

1. Искусственное стимулирование кристаллических процессов в облаке и резкое увеличение концентраций зародышей града в зоне их образования и роста. Реагенты — твердая углекислота, йодистое серебро и йодистый свинец.

2. Искусственное стимулирование процессов коагуляции и кристаллизации осуществляется независимо в теплой и переохлажденной частях облака. «Коагуляторы» — гигроскопические вещества типа поваренной соли, «кристаллизующий реагент» — йодистое серебро.

3. Полная кристаллизация переохлажденной части облака. Способ дорогостоящий, но позволяет полностью ликвидировать образование облака.

4. Понижение траектории движения растущих градин. Эффект достигается путем резкого увеличения концентрации крупных капель в теплой части облака. Способ дорогостоящий из-за огромного расхода гигроскопических ядер.

5. Динамическое воздействие — разрушение конвективных облаков иницированием нисходящих потоков с помощью взрыва или путем засева высокодисперсными гигроскопическими веществами (цемент, поваренная соль). Способ требует дополнительной проверки.

Используя неустойчивое состояние облачных систем, при помощи специальных безосколочных снарядов «Эльбрус» и специальных ракет «ПГИ» и «Облако» в облако вносят твердую углекислоту, или сухой лед, и йодистое серебро. Один грамм порошка создает 10^{12} ледяных кристалликов. Радиолокаторы обнаруживают градовое облако за 80—100 км от защищаемой территории. Весь процесс образования града занимает 5—10 мин, поэтому воздействие на облако необходимо осуществить именно в этот период. Ракета запускается на высоту 4—8 км с таким расчетом, чтобы большая часть ее полета происходила в переохлажденной части облака, где температура воздуха ниже -5° . Здесь и выделяются реагенты, на частицах которых образуются ледяные кристаллы, становящиеся зародышами градин. Ракета спускается на парашюте на Землю. В настоящее время широко используется многоствольная ракетная установка «Алазань», способная веером запускать серию ракет.

Успешная борьба с градобитием возможна в сочетании с упреждающим синоптическим прогнозом. Противоградовая служба полностью рентабельна и под ее защитой находится в странах СНГ площадь сельскохозяйственных земель, занимающая более 10 млн га.

Наиболее сложной, причем не столько с научной и инженерно-технической, сколько с социально-экономической стороны, выступает **проблема активных воздействий на макроклиматические процессы**. Один из таких проектов предусматривает уничтожение морских арктических льдов, общая площадь которых составляет приблизительно 70 млн км². Один из механизмов преобразования климата Северного полушария — зачернение поверхности льдов, в результате чего возрастает поглощенная радиация за счет снижения альбедо до 10%.

Расчеты М. И. Будыко (1971, 1974), основанные на урав-

нениях радиационного и теплового балансов в системе Земля — атмосфера, показали, что из-за высокого альбедо полярных льдов радиационный баланс здесь даже в летние месяцы не достигает положительных значений, причем в летнем сезоне несколько килокалорий на квадратные сантиметры тратится на таяние льда и испарение. Расход тепла на эти процессы восполняется его адекватным притоком из более низких широт.

При безледном режиме в Арктике в течение всего года температура воды остается положительной. М. И. Будыко пришел к выводу о возможности существования двух климатических режимов в высоких широтах, связанных с наличием полярных льдов и с их отсутствием в современных условиях. Другой важный вывод — оба эти режима неустойчивы, в связи с чем ледяной покров может появляться и исчезать при малых изменениях климатообразующих факторов и даже при отсутствии этих изменений в результате автоколебательных процессов в системе атмосфера — океан — полярные льды.

При отсутствии полярных льдов климат Центральной Арктики будет характеризоваться следующими значениями. Летом температура воды составит примерно $4,3$, воздуха — $5,8^{\circ}$; зимой — соответственно — $0,8$ и $5,4^{\circ}$. Учитывая, что точка замерзания соленой воды — $1,8^{\circ}$, а в Северном Ледовитом океане при средней солености воды $30,5\%$ — $1,6^{\circ}$, указанная температура воды свидетельствует о большой неустойчивости безледного режима, так как зимняя температура воды только на один градус превосходит температуру замерзания.

Расчеты М. И. Будыко показывают, что средняя годовая температура воздуха в Центральной Арктике при безледном режиме по сравнению с современными условиями будет выше примерно на 15° . При этом значительно повысятся зимние температуры, а летние увеличатся на несколько градусов. По О. А. Дроздову, при значительном потеплении в Арктике может произойти заметное перераспределение количества выпадающих атмосферных осадков. В прибрежных районах их суммы возрастут, а во многих внуконтинентальных областях их количество уменьшится. Ввиду неясности многих прямых и косвенных последствий от реализации такого грандиозного проекта преобразования климата, говорить в настоящее время о сроках его воплощения преждевременно.

Несравненно более актуальным представляется изучение **непреднамеренных изменений климата**. Так, изменения климата в городах происходят под влиянием выделения тепла и газовых примесей в атмосферу, различных ингредиентов (сажи, выхлопных газов, тяжелых металлов от автотранспорта и т. д.), под влиянием многоэтажной застройки, массового полива улиц в летнее время и т. д. В результате совокупного действия этих «урбанизационных» процессов изменяются поток и состав солнечной радиации, температура воздуха в приземном слое, скорость и направление ветра, влажность воздуха, количество

осадков и возрастает число дней с туманами, снегопадами, слабыми осадками. Количественные изменения этих метеорологических явлений неоднозначны. Так, общее количество осадков увеличивается в пределах точности их фиксации (на 5—10%), за исключением побережий крупных водохранилищ в летнее время, где их выпадает на 10—20% меньше, чем вне зоны влияния. Температура воздуха зимой повышается на 1—2°, а скорость ветра уменьшается в городах в среднем на 20—30%, повторяемость дней с туманами возрастает в 2 раза зимой и на 30% летом.

Непреднамеренная деятельность человека проявляется в изменении подстилающей поверхности (вырубка лесов, увеличение пахотных и орошаемых земель, опустынивание, создание крупных водохранилищ и т. д.), что влечет за собой изменение в альбедо и, как следствие, — в радиационном и тепловом балансах. Остановимся на трех наиболее важных примерах непреднамеренных изменений климата.

Проблема «парникового эффекта». Ее сущность заключается в увеличении концентрации в атмосфере CO_2 , водяного пара и ряда других газов (CO_2 , CH_4 , N_2O и др.), причем по оценке М. И. Будыко, Г. С. Голицына и других климатологов, к 2100 г. возможно удвоение содержания CO_2 благодаря хозяйственной деятельности человека. В связи с этим резко снизится длинноволновое излучение Земли и средняя температура воздуха возрастет, по различным сценариям, на 1,5—4,5°. Международный симпозиум метеорологов и климатологов в Филлахе (Австрия) в 1985 г. дал в общих чертах прогноз изменения климата на ближайший столетний период в результате увеличения содержания «парниковых» газов в атмосфере. Отметим, что потепление климата будет заметно больше зимой в высоких широтах и меньше — в тропиках. Возрастет его контрастность: частота засух увеличится в средних широтах Северного полушария, в том числе в пределах «оси Воейкова», а осадки и речной сток возрастут в северных широтах (примерно севернее 56° с. ш.).

Глобальное изменение климата из-за парникового эффекта выдвигает две крупные проблемы: проблему повышения уровня Мирового океана и изменения биологической и сельскохозяйственной продуктивности естественных и антропогенных ландшафтов¹.

Проблема вырубки тропических лесов. Резкое сокращение площади тропических лесов, и прежде всего в Амазонии, может вызвать необратимые изменения не только в ландшафтах указанного региона, но и климата Земли в целом. А. Н. Кренке (1991) обратил внимание на различный вклад природных зон в формирование климата. Так, специфическая особенность эк-

¹ Подробно указанные проблемы рассмотрены в монографиях: Парниковый эффект, изменение климата и экосистемы. Л., 1989; Океан наступает? Парниковый эффект и поднятие уровня моря. М., 1989.

ваториально-тропических вечнозеленых влажных лесов, имеющих годовые значения радиационного баланса порядка 70—80 ккал/см²·год, заключается в мощном поглощении тепла на испарение, преимущественно на транспирацию, на что расходуется примерно 60—65 ккал/см²·год солнечной энергии. Доля тропических лесов в испарении в 3—3,5 раза превышает их долю в площади поверхности суши. Вырубки экваториально-тропических лесов, снижая транспирацию, вызывают перестройку структуры теплового баланса в пользу увеличения затрат на турбулентный теплообмен с атмосферой. Соотношение LE/P снижается с 3—3,5 до 1,5—2. Климатическим следствием может быть повышение планетарной температуры воздуха на 0,7—1,2° (Ефимова, 1983). Региональные и тем более локальные эффекты несравненно выше и могут составлять до 3—5° и более.

Орошение субтропических и тропических пустынь. Указанная территория, по А. Н. Кренке, относится к «энергоактивной зоне». Характеризуясь годовыми значениями радиационного баланса в 55—65 ккал/см², эти территории затрачивают на испарение не более 0,2 от радиационного баланса. Остальное же тепло практически идет на турбулентный обмен с атмосферой, благодаря чему ее можно рассматривать как общепланетарную «сковородку». Доля субтропических и тропических пустынь в нагреве планеты в 3 раза превышает их долю в площади поверхности суши. Активно развивающееся орошение в этих зонах вызывает принципиальные изменения в структуре теплового баланса, которые к настоящему времени детально изучены. В качестве примера в табл. 38 приведена структура теплового

Таблица 38

Структура теплового баланса орошаемого поля и полупустыни в летний полдень, в долях от 1 (по данным ГГО им. А. И. Воейкова)

Вид деятельного слоя	A/R	P/R	LE/R
Орошаемое поле (рисовый чек)	0,1	-0,1	1,00
Полупустыня	0,15	0,85	0,00

Примечание. A — тепловой поток в почву, P — затраты тепла на турбулентный обмен с атмосферой, LE — затраты тепла на суммарное испарение, R — радиационный баланс.

баланса в летний полдень орошаемого поля и полупустыни с разреженной полынно-солянковой растительностью.

Мезоклиматический эффект орошаемого земледелия охарактеризован в гл. VIII.

Среди других причин непреднамеренного изменения климата назовем периодические лесные пожары, действие военной техники, эмиссию веществ, снижающих толщину озонового слоя, и т. д.

Помимо непреднамеренных изменений климата, обусловленных хозяйственной деятельностью человека, при его мелиорации следует учитывать коротко- и среднесрочные колебания климата. В истории отдельных стран известны периоды, которые можно рассматривать как выдающиеся метеорологические катастрофы. К ним, например, можно отнести положительные аномалии температуры воздуха, вызвавшие высыхание равнин на Среднем Западе США в XIX в., десятилетия 1921—1930, 1931—1940 гг., отличавшиеся наибольшей повторяемостью засух в СССР в XX в. Особенно сильные засухи в неурожайные годы отмечены в 1920—1921 и 1972 гг., когда урожай зерновых был на 20—23% ниже среднего. В Японии были периоды с исключительно холодным летом и затянувшимся периодом дождей (1782—1787, 1833—1839, 1866—1869 гг.). В результате неурожая население страны уменьшилось за эти годы на 10% (Исаев, 1989).

На урожайность сельскохозяйственных культур в сильной степени оказывают влияние циклические колебания атмосферных осадков разной продолжительности — 2—3-летние, 11-, 22-, 80—90-летние. А. М. Шульгин, базируясь на данных метеостанции г. Барнаула, где наблюдения ведутся с 1838 г., отметил значительное падение осадков в период 1840—1880 гг. — до 151 мм/год. Подъем осадков в конце прошлого и в первую половину XX в. длился свыше четырех десятилетий и достиг уровня 504—506 мм/год (1898—1917 гг.). Падение осадков с конца 50-х до конца 80-х годов нашего столетия было менее интенсивным (около 100 мм) по сравнению со средней многолетней нормой (Шульгин, 1993). Наряду с вековым циклом колебаний атмосферных осадков, наблюдаются циклы меньшей длительности: 11- и 22-летние. Отмечается определенная связь 11-летней цикличности выпадения осадков и урожайности яровой пшеницы с 11-летним циклом солнечной активности, выражаемым числом Вольфа (Шульгин, 1993). В периоды высокой активности Солнца наблюдается понижение осадков и урожая. Отсюда А. М. Шульгин делает общий вывод о необходимости дифференциации во времени и пространстве проведения агротехнических и мелиоративных мероприятий, в конечном счете совершенствовании теории и практики севооборотов.

VII.3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕЛИОРАЦИЙ КЛИМАТА

Мелиоративные мероприятия оказывают большое влияние на климат и урожайность культурных растений. Изменения климата под влиянием мелиораций можно сравнить с перенесением растений в другую климатическую зону — они повышают или понижают температуру воздуха и почвы за вегетационный период на 300—600°, увеличивают запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы до 50—100 мм. При мелиорации климата в значительной мере ослабляется или устраня-

ется вредное влияние на растения экстремальных погодных условий (высоких или низких температур воздуха и почвы, недостатка или избытка влаги в почве, уменьшения скорости ветра, частичного регулирования испарения), создается более оптимальное соотношение тепла и влаги в критические периоды развития растений и, тем самым, обеспечивается получение устойчивых и более высоких урожаев. Существенное значение имеет и состояние почвы: на окультуренных почвах доля используемых летних осадков может достигать 80, а на неокультуренных 40—50% и менее.

Эффективность мелиораций различна в разных регионах в отдельные годы и при осуществлении их разными видами и приемами. Наибольший климатический эффект получается от применения водных мелиораций.

Радиационный баланс при орошении увеличивается в результате уменьшения альбедо и излучения с орошаемых полей в размере от 10 до 30%. В лесостепной зоне орошение снижает турбулентный обмен, при этом в приземном слое понижается температура воздуха (в среднем на 2°) и дефицит влажности (в среднем на 5 мм). В пустынях умеренного пояса температура воздуха при орошении понижается на 4—5°, а дефицит влажности — на 15—20 мм. Тепловой режим в верхнем слое почвы при орошении понижается от 2—4 до 6—10°.

Осушение оказывает на микро- и мезоклимат действие, противоположное орошению. Уменьшение затрат тепла на испарение на осушенных территориях приводит к повышению температуры почвы в среднем на 3—5°. При этом температура почвы торфяников с густым травостоем примерно на 3—6° ниже, чем суглинистых, и на 4—8° ниже, чем суходольных песчаных почв.

Собственно климатические приемы также эффективны. Так, меры по борьбе с заморозками — дымление, укрытие, искусственный обогрев плантаций — повышают температуру воздуха в приземном слое в среднем на 1—3°, а в ряде случаев и больше.

Тепловой обогрев защищенного грунта (теплицы, парники, укрытия пленками) в северных районах позволяет высевать овощные культуры на 2—3 недели раньше обычного и предохраняет их от действия весенних заморозков. При этом продолжительность вегетационного периода увеличивается до 80—100 дней. В северных районах на открытых полях используется посев овощных культур под защитой высокостебельных растений, высаживаемых кулисами, что создает «парниковый эффект», — температура воздуха в поле среди кулис повышается днем на 2—10°, а в среднем за сутки на 1—1,5°. За весь вегетационный период температура воздуха в приземном слое под защитой кулисных растений повышается от 100 до 300°, что равносильно перенесению культурных (бахчевых и овощных) теплолюбивых растений южнее данного места на 200 км.

Существенно улучшается климат почв при проведении таких приемов, как гребневание, глубокая вспашка, землевание и

торфование почв. При этом одни приемы дают утепляющий, а другие — охлаждающий эффект в пределах от 2—3 до 6°.

Так, землевание, т. е. добавление к торфяной почве минерального грунта, позволяет увеличить сумму температур выше 10° в пахотном слое почвы за теплый период года на 300°, весной почва оттаивает на 7—10 дней раньше; увеличивается на 15—20 дней продолжительность вегетационного периода. Торфование же и рыхление почв уменьшает сумму температур выше 10° в почве на 50—100°; при глубоком рыхлении, внесении торфа и извести увеличиваются запасы почвенной влаги в слое 0—0,5 м на 15—30 м и понижается температура почвы в слое 0—0,1 м на 0,5—1,5°.

Существенно изменяется, но по-разному, температура верхних слоев почвы при помощи мульчирования. Использование таких приемов, как укрытие угольной пылью, черной мульгбумагой и стеклянными рамами, повышает температуру в пределах 3—6°, а покрытие светопрозрачной пленкой — до 8—10°. В отличие от этих приемов мульчирование травой, соломой, торфом понижает температуру почвы, светонепрозрачной пленкой от 2 до 8°.

В северо-восточных районах страны с многолетнемерзлыми почвогрунтами весьма эффективна тепловая мелиорация, которая уменьшает охлаждение верхних слоев почвы, увеличивает глубину сезонного протаивания, ускоряет прогревание поверхностных слоев почвы и удлиняет вегетационный период. Она осуществляется при помощи мульчирования. Применяется лиманное градобитие и дождевание, которые создают в жаркое засушливое лето здесь оптимальный режим температуры (20—25°) почвы в отличие от суходольных неорошаемых лугов, где в период засухи происходит выгорание и прекращение роста трав. В засушливые годы затраты тепла на испарение при орошении увеличиваются в 2,5 раза, а турбулентный теплообмен уменьшается в 10 раз; во влажные годы затраты тепла увеличиваются всего в 15 раз, а турбулентный теплообмен уменьшается в 2 раза. Теплопроводность почвы при орошении увеличивается в 2 раза, что предотвращает чрезмерный прогрев почвы и содействует росту трав.

Весьма эффективны технические приемы по искусственному вызыванию осадков и устранению градобития, которые в вегетационный период и при созревании культурных растений увеличивают запасы влаги в почве, ослабляют засушливые явления и предохраняют растения от повреждения их градом.

Экономическая эффективность применения мелиораций определяется величиной ущерба, который может быть нанесен хозяйству при отсутствии осуществления мелиоративных мероприятий. Большой ущерб приносят стихийные явления: градобития, наводнения, штормы, ураганы, тайфуны, а также засухи, заморозки и сильные морозы. Урон урожайности растений про-

является при несвоевременном проведении агротехнических и гидротехнических мелиораций, таких, как вспашка, посев, культивация, внесение удобрений, полив, уборка и др. Поэтому прогноз условий погоды и климатических изменений имеет большое значение, поскольку неблагоприятные условия климата проявляются в среднем один раз в три года, при этом происходит снижение урожаев в среднем до 10, а в экстремальные годы — до 20—25% всего валового сбора сельскохозяйственной продукции. Экономическая эффективность гидрометеорологической информации, прогнозов климата и погоды, своевременного и оптимального осуществления мелиоративных мероприятий, а также устранение неблагоприятных явлений погоды составляет в среднем 300 млн р. (1990).

Научно-технический прогресс позволит в будущем использовать и другие приемы улучшения мезо- и микроклимата, управления явлениями погоды. В отношении макроклимата выдвинут ряд гипотез и проектов. Например, рассматривается проблема утепления Арктики за счет притока теплых вод Атлантического океана в Северный Ледовитый океан или оттока холодных вод в Берингово море через специальную плотину, проект инженера П. М. Борисова. Предполагается воздействие на климат Земли путем изменения теплового баланса планеты или перераспределением источников тепла на ее поверхности (Федоров, 1977). Это может быть осуществлено, по мнению автора, как регулированием облачности, так и изменением отражательной способности земной поверхности.

ГЛАВА VIII

ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАЦИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

VIII.1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ. ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ

В 1875 г. В. В. Докучаевым в статье «По вопросу об осушении болот вообще и в частности об осушении Полесья» был поставлен вопрос о необходимости изучения физико-географических последствий при проведении мелиоративных работ. Среди всех видов направленного изменения природных условий наиболее глубокие и обширные по площади преобразования связаны с созданием крупных водохранилищ, осушением болот и заболоченных земель и орошением и обводнением территорий. Поэтому в настоящей главе мы охарактеризуем основные закономерности влияния водохранилищ, осушительных и оросительных систем на ландшафты прилегающей территории.

Система методов изучения зон влияния гидротехнических систем (ГТС). Основная методическая и научно-организационная трудность заключается в необходимости одновременного и многолетнего получения массовых и сопоставимых данных по влиянию различных ГТС на ландшафты. Это достигается проведением экспедиционных и стационарных наблюдений в зонах влияния ГТС. Научные, методические и организационные вопросы мониторинга природной среды поставлены в СССР в начале 70-х годов (Герасимов, Израэль и др.). Мелиоративный мониторинг, по классификации И. П. Герасимова (1975), относится к геоэкологическому, природно-хозяйственному. Его задачи: контроль за состоянием мелиорированных территорий и ландшафтов, относящихся к зоне влияния осушительных и оросительных систем; природная, технологическая, экономическая и социальная оценки выявленных изменений; оперативное предупреждение нежелательных последствий, прогноз состояния мелиоративных систем и ландшафтов на прилегающей территории. Концепция мониторинга полностью вписывается в более общую концепцию геотехнических систем, о которой шла речь в гл. I учебника.

В настоящее время в стране функционируют свыше 30 стационаров, на которых комплексные исследования мелиоративных систем осуществляются 15 лет и более. Координацию природно-мелиоративных мониторинговых исследований осуществляет Комитет по мелиоративной географии при Президиуме Русского Географического общества. Проведено несколько конференций по мелиоративному мониторингу. Последняя состоялась в сентябре 1991 г. в Смоленске, где была скоординирована программа дальнейших наблюдений и исследований.

Опыт показывает, что достоверные данные о трансформации природных комплексов и их динамике можно получить на базе стационарных исследований. Организация системы мониторинговых исследований начинается с детального анализа современного состояния ландшафтов как в предполагаемой зоне влияния ГТС, так и вне ее (фоновые ПТК). Это достигается путем изучения существующих литературных, фондовых, картографических, аэрофото- и космических материалов. Конечная цель этого этапа исследования — определение тенденции спонтанного и антропогенного развития ландшафтов фоновых территорий.

После анализа современного состояния ландшафтов производится выбор и конкретизация объектов исследований, определяются границы, репрезентативность и региональная типичность природно-мелиоративных мониторинговых стационаров. Наряду с перечнем характеристик природных комплексов и их групп, имеющих важное значение в мониторинговых исследованиях, особое внимание обращается на те компоненты или их отдельные параметры, которые отличаются наибольшей чувствительностью, информативностью и индикационными способностями к мелиоративному воздействию. К последним в первую очередь относятся качественные и количественные характеристики поверхностных (дренажных), почвенных и грунтовых вод, глубина их залегания и сезонная динамика; структура почвенного покрова степень оглеения, рН, Eh, мощность и объемный вес горизонтов А1, А_т, А_{пер}; видовой состав, обилие, число ярусов растительности и продуктивность биогеоценозов.

Природно-мелиоративный стационар должен быть хорошо выраженной полузамкнутой системой, позволяющей надежно фиксировать приход и расход вещества и энергии. Этому условию отвечают бассейны малых рек (I—III порядков), а также мелиоративные системы, включающие сеть гидротехнических сооружений и территорию, находящуюся в зоне их действия.

Непосредственными объектами мониторинговых исследований являются природные комплексы в ранге от фаций до урочищ (мелиорированные, измененные и фоновые). Через комплексы разной степени трансформации прокладываются физико-географические профили. Желательно, чтобы стационар был заложен и начал функционировать за 1—2 года до строительства сети мелиоративных сооружений.

Мониторинговые исследования включают несколько этапов,

которые в известной мере корреспондируются со стадиями трансформации ПТК. Первый этап длится 2 года. В этот период проводятся работы по выбору объекта и организации стационара, инвентаризации природных условий и закладке фоновых участков. Он должен соответствовать периоду до создания ГТС. Второй этап продолжается от 3-х до 10 лет. Соответствует периоду интенсивной трансформации ПТК, включает исследования по полной программе наблюдений. Третий этап соответствует периоду более спокойного развития ПТК под влиянием мелиорации. Достаточно проводить в течение года 5—6 серий наблюдений. Уже на уровне второго этапа производятся обработка и систематизация фактических данных и построение геоинформационной системы (ГИС).

Состав и периодичность наблюдений рассчитаны на решение следующих задач: выявление сезонной и многолетней динамики морфологии, процессов и свойств ПТК, слежение за формированием мелиоративных сооружений и в первую очередь за поддержанием потенциала плодородия земель, слежение за формированием и функционированием зоны влияния, прогнозирование развития ГТС во времени и пространстве с целью заблаговременного предотвращения негативных экологических явлений, определение способов регулирования и управления процессами в ГТС.

Программа исследования на точках (площадках) включает в себя: теплобалансовые и водобалансовые наблюдения (6—10-дневные серии 3—5 раз в течение вегетационного периода); режимные наблюдения за уровнем грунтовых вод (раз в 5—10 дней), влажностью и аэрацией почв (раз в 10—15 дней); снегомерную съемку (1—2 раза в год); определение в типичных ПТК глубины промерзания почвы; полный агрохимический анализ почв (1—2 раза за вегетационный период); гидрохимический анализ поверхностных, почвенно-грунтовых и дренажных вод (1—2 раза в месяц); ботаническое описание площадок, определение продукции фитомассы, прироста деревьев, балансовые наблюдения органического вещества и гумуса в почвах (раз в 1—3 года). Особое внимание уделяется фиксированию поступления минеральных и органических веществ извне (удобрений, атмосферных осадков, для которых, кстати, важна характеристика рН, паводковых вод, гербицидов и т. д.), выносу и отчуждению их через сток, с урожаем сельскохозяйственных культур, при вырубке лесов, проведении культуртехнических работ, добыче торфа и т. д.

Продолжительность наблюдений на стационарах для решения поставленных задач зависит от сложности объекта, характера колебаний метеорологических условий по годам, а также от сущности изучаемого процесса. Для определения общих закономерностей пространственно-временной организации сферы влияния ГТС достаточен ряд наблюдений в 6—10 лет. В последующие годы периодичность снятия информации может быть

увеличена. Так, для анализа реакции древесного яруса на подтопление или дренаж достаточно брать спилы и керны деревьев один раз в 5 лет. Укосы луговой растительности для определения влияния ГТС на продуктивность лугов надо брать ежегодно, так как луговая растительность, в отличие от деревьев, не хранит в себе информацию об урожайности предыдущих лет.

Стационар оснащается оборудованием и приборами, позволяющими проводить по общепринятым методикам планируемый комплекс исследований в необходимые сроки. В основном это должны быть приборы серийного производства, применяемые в системах гидрометеослужбы, агрохимслужбы и др.

В связи с большим количеством информации, накапливаемой при проведении стационарных мониторинговых исследований, в конце 80-х годов была разработана система хранения, корректировки, обработки и интерпретации материала с помощью ЭВМ.

VIII. 2. ВЛИЯНИЕ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ЛАНДШАФТЫ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

Принципиальная схема изменений природно-территориальных комплексов под влиянием осушения показана на рис. 27. Она получена на основании результатов исследований В. С. Аношко, В. Т. Гриневецкого, К. Н. Дьяконова, А. Г. Емельянова, В. Н. Киселева, Е. П. Папова, В. С. Маслова, И. А. Авесаломовой, Д. М. Очагова и др.

С позиций физико-географа, осушение есть уничтожение гидроморфных комплексов, лесной и кустарниковой растительности, нивелировка местных локальных природных различий путем проведения культуртехнических работ, известкования, внесения минеральных и органических удобрений. Это приводит к образованию антропогенного ландшафта с присущими ему процессами мелиоративной эрозии, дефляции, минерализации и сработки торфяной залежи, уплотнения почвы и полной перестройки орнитофауны. При этом проявляются новые свойства ландшафта: увеличение пожарной опасности на торфяниках, уменьшение продолжительности безморозного периода и снижение температур почвы и воздуха в ночное время, сокращение и даже исчезновение некоторых видов естественной фауны.

Влияние осушения происходит через подвижные компоненты ландшафта — поверхностные (дренажный сток) и грунтовые воды. Прослеживаются три области влияния: две — прямого (гидрологическая и гидрогеологическая); третья — агротехнической и прочей деятельности человека.

Гидрологическое влияние изучено достаточно подробно, особенно на примере Полесья (Булавко, Маслов, 1975; Шебеко, 1978; и др.), и сводится к следующему. Осушение способствует увеличению годового стока в пределах точности гидрометрических исследований (до 15%), достоверно в первые годы, за



Рис. 27. Схема изменений в ПТК под влиянием осушения

счет сработки «вековых» запасов болотных и грунтовых вод. В период интенсивной вегетации растений сток снижается, особенно при оптимальном использовании осушенных земель (Новиков, 1980). Максимальный весенний сток возрастает, но максимальный сток малой обеспеченности снижается. Минимальный сток после осушения возрастает в 1,7—3,8 раза; увеличивается и летний меженный сток. В целом внутригодовое распределение стока становится более равномерным.

Размер зоны гидрогеологического влияния определяется: глубиной дренажа, расстоянием между дренами регулирующей и проводящей сетей, типом регулирования, литологическим составом пород, мощностью водоносного горизонта, уклонами рельефа, сезонными погодными условиями, свойствами геоконплексов на прилегающей территории. Понижение уровня грунтовых вод на прилегающей к мелиоративной системе территории наблюдается в зоне, шириной от нескольких сотен метров

до 3—6 км (Маслов, 1975). Зона влияния осушительных систем на снижение уровня почвенных и грунтовых вод сопоставима с площадью осушения и составляет 12—15 млн га. В слабопроницаемых грунтах (глинах, средних и тяжелых суглинках) влияние осушения на грунтовые воды практически затухает на расстоянии 50—100 м от дренажа. На осушительных системах, расположенных на юге лесной зоны (Полесье, Мещера), ширина зоны влияния при прочих равных физико-географических условиях больше, чем на северных системах (Карелия, Архангельская обл.). Этот факт объясняется большей продолжительностью теплого периода, а следовательно, и периода дренирования на юге лесной зоны, по сравнению с северной, средней и южной тайгой.

Снижение уровня грунтовых вод определяет две цепочки причинно-следственных связей: одна проявляется в изменении ландшафтно-геохимических условий, почвенного и растительного покрова; другая связана со снижением затрат тепла на физическое испарение, изменениями в структуре радиационного и теплового балансов, что, наряду с альбедо деятельной поверхности, формирует новый микроклимат. Обобщение данных по изменению радиационного и теплового балансов осушенных территорий произведено В. Н. Адаменко (1979).

Микроклиматический эффект осушения наиболее ярко проявляется в изменении температуры поверхности почвы. В летнее время на осушенном болоте в дневные часы температура поверхности почвы обычно на 1—5° выше, чем на болоте. Осушение приводит к росту суточной амплитуды температуры в разные сезоны года от 2,5 до 6,5° в период активной вегетации растений. Возрастают абсолютные значения минимальных температур на поверхности почвы, обычно на 1—3° в сроки наблюдений 1 и 7 ч и на 0,3—2,0° в 19 ч. Максимальные температуры поверхности почвы обычно на 3—5° выше на осушенных землях, чем на болоте.

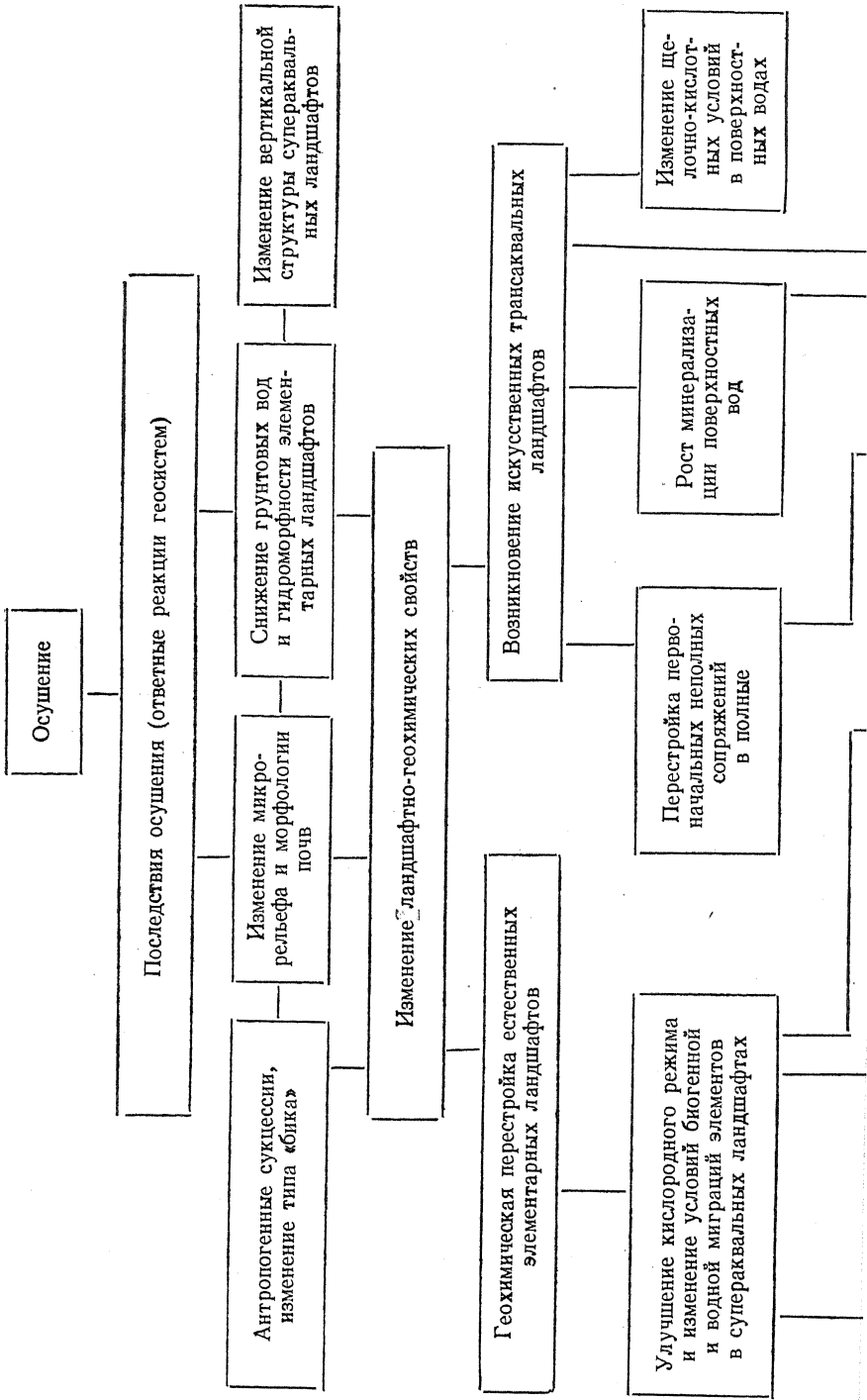
Выравнивание рельефа после осушения и проведения культуртехнических работ снижает шероховатость поверхности и приводит к увеличению скорости ветра по сравнению с неосушенным болотом в дневные часы на 1—1,2 м/с. В утренние часы различия малы, а на срок 19 ч за счет большей неустойчивости воздуха над более теплым болотом (июль—август) скорость ветра на болоте выше на 0,5—0,8 м/с. Удаление кустарников и сглаживание полей приводит к значительному перераспределению снежного покрова и интенсивному метелевому переносу. Основная часть осушенных земель, за исключением пограничных зон с лесами и кустарниками, имеет запас влаги на 10% меньше средних фоновых значений. Осушение приводит к большей глубине промерзания осушенного торфяника, на 20—30 см, что характерно для условий Карелии, Полесья, Смоленской обл. и Мещеры. Таким образом, с осушением связано появление новых устойчивых черт в режимах тепла и влаги,

в микроклимате прилегающей территории, наиболее ярко — на массивах осушения площадью более 500 га.

Ландшафтно-геохимические аспекты воздействия осушительных систем на прилегающую территорию. И. А. Авессаломовой разработана принципиальная схема перестройки геохимических ландшафтов при осушении (рис. 28). Сущность влияния заключается в следующем: первое — оценка плодородия осушенных земель с позиций геохимических факторов урожая и норм внесения минеральных удобрений; второе — потеря питательных элементов с однонаправленным дренажным стоком и оценка возможной «химической» эрозии. Уничтожение или резкое сокращение природных геохимических и биологических барьеров (низинных болот) способствует выносу химических элементов из ландшафта. Отсюда как следствие — третий ключевой вопрос: расчет качества дренажных вод. Критерий же качества — сопоставление возможного содержания химических элементов и веществ с ПДК. Четвертый важный вопрос — преобразование химического состава и качества вод поверхностных водоемов.

Существующая в настоящее время довольно обширная геохимическая информация относится к мелиоративным системам, расположенным в среднетаежных ландшафтах Карелии (Корзинская низина), в полесских ландшафтах Украины и Белоруссии (бассейн Припяти и Орессы) и Рязанской Мещеры, в ландшафтах смешанных лесов Тверской обл. и др. Детальные исследования проводятся на польдерах Калининградской (пойма Немана), Московской (долина Яхромы), Пермской (пойма Камы) и Смоленской областей, на Кировской лугоболотной станции, во Львовском Полесье, в Эстонии и др.

Обобщение литературного материала и результаты исследований географического факультета МГУ в Мещерской низменности (Авессаломова, 1990) позволяют установить основные черты ландшафтно-геохимических изменений. Результатом интенсификации биологического круговорота элементов лугоболотных супераквальных ландшафтов является увеличение содержания подвижных форм элементов в почве. В верхних горизонтах мелиорированных почв растет содержание подвижного азота и фосфора по сравнению с торфами низинных болот. Это свидетельствует об улучшении обеспеченности ландшафтов элементами питания растений. На фоне повышения содержания подвижного азота под культурными лугами резко выделяется увеличение азота нитратов по сравнению с аммонийным. В пахотном горизонте оно может возрастать в 20 раз, тогда как соотношение между этими формами в низинных болотах противоположно. Для более северных районов, например Тверской обл., отмечено, что при высоком содержании общего азота его переход в аммиачную или нитратную форму происходит медленнее, что не обеспечивает нормальный рост растений в первые годы освоения осушенных земель (Бишоф, Калмыков, 1972).



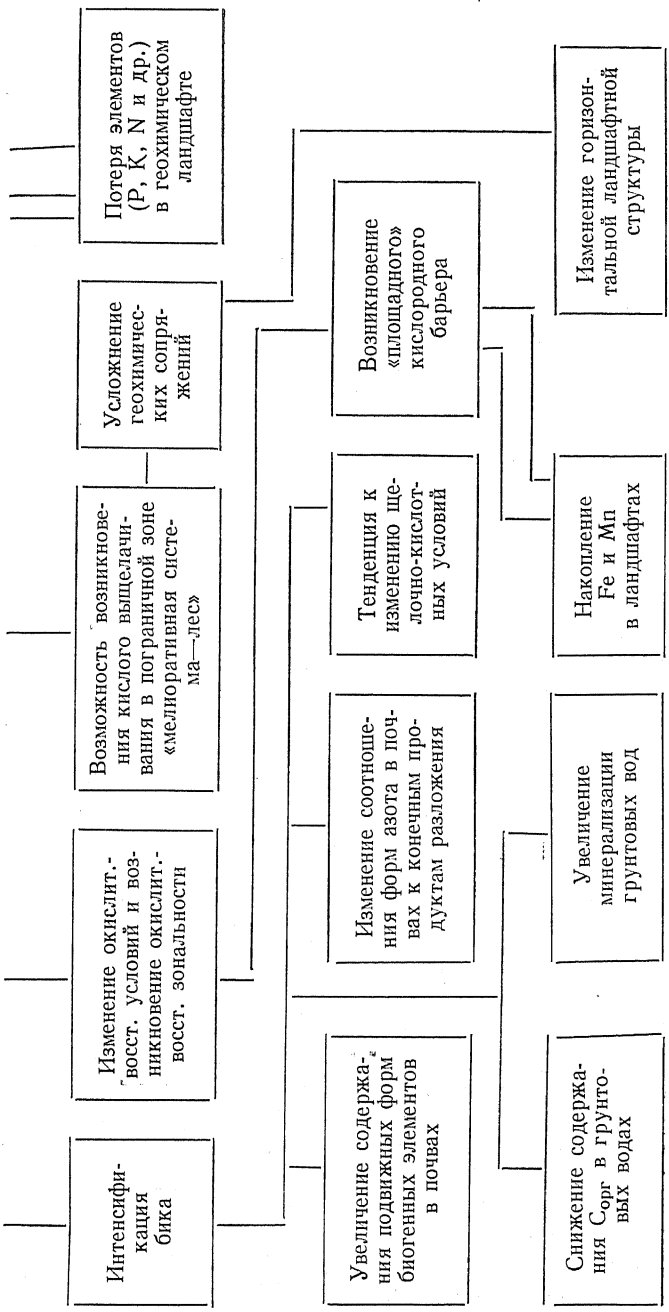


Рис. 28. Схема техногенной перестройки геохимических ландшафтов

Другой аспект функционирования ГТС, связанный с интенсификацией бика, — изменение состава вод супераквальных ландшафтов по сравнению с исходным. Наблюдается увеличение минерализации грунтовых вод лугово-болотных агроландшафтов, интенсивности водной миграции Са, Сl, снижение содержания $C_{орг}$ и общего азота. Многие биогенные элементы мигрируют в составе органических соединений. Повышение минерализации грунтовых вод установлено для мелиоративных систем Полесья, Нечерноземного Урала, Мещерской низменности и других районов. Однако после заметного увеличения минерализации грунтовых вод в первые годы эксплуатации мелиоративных систем далее достигается равновесие и некоторое снижение минерализации в связи с выносом химических элементов за пределы дренажной сети.

К числу сильных периодически действующих источников относится внесение удобрений. Изучение этого фактора в продуктивности агроценозов показывает, что на создание биомассы расходуется менее половины питательных веществ, в частности за счет потерь элементов питания с потоками грунтовых вод (Чазов, Дроздов, 1974; Авессаломова, 1990). Это позволяет рекомендовать вместо одноразового предпосевного внесения удобрений многоразовое, когда регулирование их поступления дает более эффективный результат.

Данные об изменении щелочно-кислотных показателей супераквальных ландшафтов противоречивы. Одни авторы отмечают повышение рН мелиорированных почв в связи с выносом оснований в грунтовые воды, отчуждением химических элементов с урожаем, воздействием физиологически кислых фосфорных и калийных удобрений. Другие исследователи (Шаманаев) указывают на снижение рН. Видимо, многое зависит от характера возделываемых культур. Следует также иметь в виду кислую реакцию атмосферных осадков, что ранее в расчет не принималось при объяснении кислой реакции дерново-подзолистых почв.

Новым признаком осушенных почв и почв прилегающей территории является их окислительно-восстановительная вертикальная зональность. В верхней части профиля до 20—35 см формируются окислительные условия; Eh возрастает до 360—430 мВ. Далее преобладают восстановительные условия. На контакте обстановок возникает площадной кислородный геохимический барьер. В зоне закрытого дренажа при выходе глеевых вод из труб возникают локальные кислородные барьеры. Из-за осаждения Fe и органического вещества вода в дренах прозрачная.

В зонах кислородного барьера накапливается широкий круг элементов, хотя причины концентрации различны; при подъеме грунтовых вод по капиллярам к поверхности в связи с заменой восстановительной среды на окислительную происходит накопление Fe, Co, Mn (Fe и Mn — хорошие сорбенты). К.о., P, V,

Сг сорбируются гидроксидами железа; Ва, Zn, Ni, Со, Сu — гидроксидами марганца.

Сопоставление состава новообразований на латеральном «кольцеобразном» барьере в естественных геохимических сопряжениях и на «площадном» кислородном барьере в зоне осушения показывает, что они различаются по комплексу накапливающихся микроэлементов (см. рис. 28).

В пограничной полосе мелиоративная система — лес, гипсометрически и геоморфологически совпадающей на Вожской системе с границей между древней ложбиной стока и пологоволнистой водно-ледниковой зандровой равниной, где уровень грунтовых вод после осушения болот понизился на 1 м, происходит резкая смена условий миграции элементов и развивается кислородное выщелачивание под торфяным горизонтом почв.

Интегральным показателем последствий геохимической перестройки ландшафтов выступает сток дренажных канав. Воды дренажных канав в лесной зоне чаще всего относятся к гидрокарбонатно-кальциевым. Большинство исследователей отмечают рост минерализации и выноса кальция, хлора, сульфат-иона и соединений азота, что свидетельствует об усилении их миграции под влиянием осушения. Изменения носят сезонный характер и весной снижают разбавляющий эффект талых снеговых вод. Потеря вещества с дренажным стоком относится к отрицательным последствиям функционирования ГТС. В районах с обилием озер, которые принимают дренажный сток, снижается рыбопродуктивность и возникают благоприятные условия для евтрофирования. Так, во внутренних водоемах Белорусского Полесья с 1971 по 1980 г. средний улов рыбы снизился с 36 до 17 кг/га, а валовой улов уменьшился в 2,5 раза (Мещечко, 1982).

Структура зоны влияния осушительных систем. В зоне гидрогеологического влияния осушительных систем спустя 10—15 лет после их создания четко обозначаются две подзоны: структурной перестройки компонентов природных комплексов и количественных изменений; вторая подзона иногда мелкоконтурна и фрагментарна. В пределах подзон влияния прослеживаются пояса увеличения и снижения биологической продукции ландшафта. Дифференциация знака влияния осушения на ландшафты прилегающей территории — одна из основных черт зоны влияния.

Можно выделить две группы ПТК в зонах влияния: лесные и луговые. Границы зон, подзон и поясов влияния на древесный ярус выявляют в процессе полевых исследований и обработки дендрохронологической информации путем группировки точек отбора спилов и кернов деревьев. Группировка производится по степени изменения прироста за сравниваемые периоды до и после образования дренажа для каждого типа леса. Одновременно за тот же период устанавливается тенденция измене-

ния прироста в типах леса — аналогах вне зоны влияния. Это метод пространственных соотношений приростов. Затем на крупномасштабной ландшафтной карте наносится ареал зон, подзон и поясов влияния. Практически первостепенное значение имеют две границы: внешняя, или верхняя, за пределами которой изменений в продуктивности лесных сообществ не наблюдается, и граница смены знака влияния (положительного на отрицательное или наоборот).

Влияние осушения на луговые комплексы требует длительных стационарных наблюдений за их видовым составом и продукцией фитомассы. Такие исследования осуществлены в Белорусском Полесье и Мещерской низменности (Парфенов и Ким, 1976; Дьяконов и др., 1984; Сперанская, 1990 и т. д.). Влияние осушения на луга дифференцировано в зависимости от гипсометрического уровня. Обработка многолетних описаний лугов по методике Л. Г. Раменского — когда по обилию конкретных видов каждое сообщество получает свой индекс по степени увлажнения конкретного года — позволила в районе стационара МГУ (Вожской мелиоративной системы) выделить четыре гип-

Таблица 39

Влияние осушительной системы на продуктивность лугов на прилегающей территории (Мещерская низменность)

Группа фитоценозов	Характер растительности и почв	Экологическая характеристика по увлажнению	Изменение продуктивности лугов в зоне влияния в сравнении с аналогами вне зоны влияния
Заболоченные луга	крупноосоковые гидрофильно-злаковые сообщества на перегнойно-глеевых и торфянисто-глеевых почвах	болотно-луговые и болотные	рост урожайности до 30% в избыточно влажные годы; снижение урожайности до 35—40% в годы с недостатком атмосферных осадков
Луга низкого уровня	щучники с большим участием гидрофильных видов на торфянисто-подзолисто-глееватых и дерново-глеевых почвах	сыро-луговые	снижение урожайности до 30% в годы нормальные по увлажнению; снижение урожайности в anomalно сухие годы и повышение во влажности
Луга среднего уровня	щучники с участием мезофильных видов на дерново-подзолисто-глееватых почвах	влажно-луговые	общее снижение на 15—20% с разнонаправленными колебаниями по годам
Луга высокого уровня	тонкополевичники и белоусники на дерново-подзолистых почвах	влажно-сухолуговые	влияние очень незначительное; межгодовые различия урожайности небольшие

сометрических уровня приуроченности лугов (табл. 39). Сравнительный анализ видового состава и продукции лугов разных уровней попарно, когда одна из групп расположена в предполагаемой зоне влияния, а другая вне ее, позволяет сделать некоторые выводы.

1. Размер зоны влияния носит пульсирующий характер. Она больше в сухие годы и уменьшается во влажные.

2. Знак влияния на продуктивность дифференцирован по высотным уровням. В целом снижение продуктивности лугов за 10 лет существования системы составило 20%. В наибольшей степени снижение проявилось на лугах низкого и среднего уровней выровненных поверхностей и склонов (глубина вод осушения — от 0,3 до 1,2 м). Это наиболее чувствительные сообщества. Причина — отрыв капиллярной каймы от корнеобитаемого слоя.

3. Выявлена также дифференциация знака влияния по годам в пределах одного гипсометрического уровня.

Вопрос о взаимоотношении птиц и осушительной мелиорации имеет важное практическое значение. В мире известно свыше 5 тыс. видов насекомых, приносящих вред сельскому хозяйству. Общие потери урожая от вредителей достигают 20%, а в отдельные годы гибель урожая может достигать 50 процентов и более. Использование птиц как биологического, экологически чистого средства борьбы с вредителями сельского хозяйства имеет большое преимущество прежде всего из-за дешевизны и относительно высокой эффективности.

По Д. М. Очагову (1990), в результате мелиорации птицы испытывают на себе влияние (в целом негативное) следующих факторов: понижение уровня грунтовых вод; изменение рельефа земной поверхности и растительного покрова; усиление фактора беспокойства в репродуктивный период; проведение механизированных сельскохозяйственных работ и выпаса скота; применение минеральных удобрений, использование пестицидов. Видовое разнообразие гнездящихся птиц можно рассматривать как чуткий индикатор устойчивости ландшафтов. Это возможно при сохранении в пределах массивов осушения небольших по площади (0,3—0,5 га) озер, заболоченных территорий, лесов и создании лесных полос и кустарниковых насаждений. Сохранение разнообразия биотопов позволяет существенным образом предотвратить негативные последствия осушения. В том случае снижается численность отдельных видов, а число видов, как правило, остается прежним. Переход от открытой осушительной сети к закрытому дренажу сопровождается существенным уменьшением количества гнездящихся видов (на 48—65%) и численности птиц (на 9—48%). Водоплавающие исчезают практически полностью (Очагов, 1990).

Для многих районов земного шара осушительная мелиорация поставила проблему сохранения генофонда. Так, в Германии в результате осушения в 70-е годы из авиафауны было

вычеркнуто 14 видов, 88% видов птиц, находящихся на грани исчезновения, — представители важных биотопов. Для Мещерской низменности эта цифра составляет 86%.

Размеры поясов и подзон влияния определяются совокупностью физико-географических условий, важнейшими из которых выступают три: 1) глубина дренажа, оградительных (ловчих) каналов; 2) угол наклона рельефа местности и 3) механический состав материнских почвообразующих пород. По сочетанию указанных выше свойств выделяются четыре вида зон влияния с подвидами (табл. 40).

Таблица 40
Виды и подвиды зон влияния осушительных систем

Название, размер	Лимитирующие факторы влияния	Состав подзон и поясов	Скорость процесса	Отношение площади влияния к площади осушения
I. Очень узкая, до 50 м	уклоны $>0,01$; глубина дренажа $<1,2$ м; механический состав пород	слабая дифференциация на пояса, основной пояс — положительного влияния	малая	0,03—0,10
II. Узкая, средняя, до 300 м	IIа. уклон $>0,01$	четкая дифференциация на укороченные подзоны и пояса	большая	0,05—0,20
	IIб. механический состав — суглинки	четкая дифференциация на подзоны и пояса	малая и средняя	0,20—0,80
	IIв. глубина дренажа $<1,2$	то же с небольшим поясом отрицательного влияния	средняя и большая	0,30—0,50
III. Широкая 0,5—1,2 км	условно нет	полный набор подзон и поясов влияния	большая	0,50—1,00
IV. Обширная до 3—6 км и более	условно нет	сомкнутые и разорванные ареалы подзон и поясов, взаимодействие смежных систем	большая и средняя	0,90—3,00

I вид формируется в том случае, когда распространение влияния лимитировано двумя или тремя факторами, чаще всего тяжелым механическим составом почвообразующих и подстилающих пород. Зона влияния очень узкая, обычно 30—50 м. Характерна для водораздельных осушительных систем средней

и южной подзон тайги; для увалистых суглинистых моренных равнин; водно-ледниковых равнин, перекрытых чехлом покровных суглинков; холмисто-моренных равнин с камнями и озами.

Формирование зоны II вида характерно для ландшафтов моренных водно-ледниковых песчаных и супесчаных равнин, долинно-зондровых равнин, ландшафтов пойм крупных и средних рек и древнеаллювиальных равнин. Распространение влияния лимитировано одним из факторов. В зависимости от лимитирующего фактора выделены следующие подвиды зон влияния: IIa — при уклонах более 0,01 образуется укороченная зона, шириной 50—100 м, с четкой дифференциацией на подзоны и пояса. IIб — лимитирующий фактор влияния — механический состав пород. Формирование новой структуры зоны идет медленнее, чем в подвиде IIa. При неглубоком дренаже ($>1,2$ м) образуется сравнительно неширокая (100—200 м) зона с преобладанием пояса положительного влияния, особенно в подзонах средней и южной тайги (Карелия, Вологодская обл.).

Для ландшафтов плоских зандровых водно-ледниковых равнин, зандровых древнеаллювиальных равнин, плоских вторичных супесчаных моренных равнин характерен III вид зоны влияния. В случае, когда прилегающая территория сложена песками или супесями, склоны пологие ($1-2^\circ$) и глубина дренажа — 1,5—2,5 м, ширина зоны влияния может спустя 5—10 лет после создания осушительной системы достигать 1—1,2 км.

Если в одном речном бассейне сооружено несколько осушительных систем или наблюдается взаимодействие двух или нескольких систем в смежных бассейнах, как это имеет место в бассейне р. Припять, формируется обширная (до 3—6 км) зона влияния, а изменения касаются ПТК ранга ландшафта и даже провинции. Это IV вид зоны влияния.

VIII.3. ВЛИЯНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

Водохранилища, особенно крупные, оказывают существенное и разноплановое воздействие на окружающую природную среду. Большой вклад в изучение процессов взаимодействия водохранилищ с ландшафтами окружающей территории и их компонентами внесли А. Б. Авакян, С. Л. Вендров, Г. В. Добровольский, С. А. Владыченский, А. Г. Емельянов, Ю. М. Матарзин, Г. С. Золотарев, Л. К. Малик, А. Ю. Ретеюм, В. М. Широков, В. М. Стародубцев, К. Н. Дьяконов и др. Схема влияния водохранилища на ландшафты окружающей территории представлена на рис. 29.

Район верхнего бьефа. Взаимодействие водохранилища с ландшафтами осуществляется через поверхностные и грунтовые воды, воздушные массы и животное население. *Переработка берегов водохранилищ* (понятие дано академиком Ф. П. Саваренским в начале 30-х годов при проектировании водохранилищ

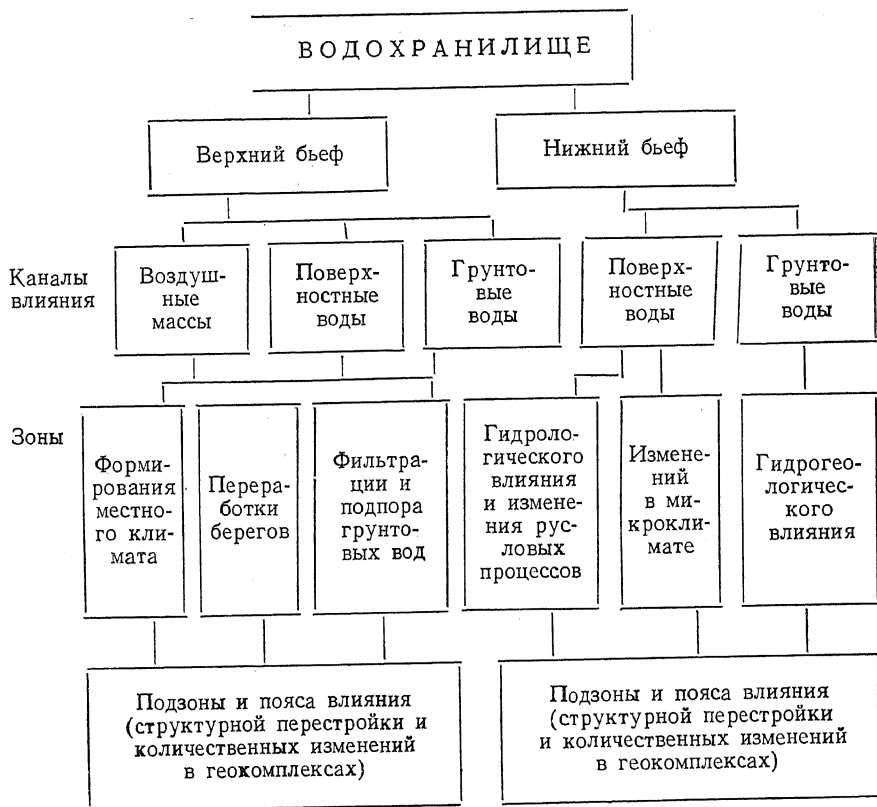


Рис. 29. Схема влияния водохранилища на геоконплексы прилегающей территории

Волжского каскада) определяется локальными и фоновыми физико-географическими факторами.

1. Первоначальный, к моменту затопления, рельеф чаши водоема.

2. Степень выветрелости пород, их сопротивляемость размыву под динамическим действием волн, сопротивляемость «растворению» при смачивании.

3. Комплекс гидрометеорологических условий, среди которых определяющее значение имеют ветровой режим и продолжительность безморозного периода.

4. Комплекс химических и биохимических факторов, определяющих в конкретных условиях интенсивность «химической абразии» и карстовые провалы. Характерен для побережий Камского, Усть-Илимского на Ангаре и некоторых горных водохранилищ Средней Азии и Закавказья.

5. Ряд биологических свойств водоема, в частности интенсивность развития планктона, в особенности развитие гидромикрофитов. В определенных скоплениях они способны нейтра-

лизовать ветровое волнение и тем самым предотвратить береговую абразию и размыв дна.

6. Количество наносов, поступающих в водохранилище, и источники их поступления. На крупных равнинных водохранилищах обычно 70% взвешенных наносов местного происхождения, за счет размыва дна на мелководьях и берегов. Остальное количество поступает с водосбора через притоки. В аридных районах возрастает роль атмосферного переноса пыли.

7. Амплитуда колебаний уровня грунтовых вод, смачивание бровки и склонов береговых массивов атмосферными осадками, объем и режим талых вод.

8. Сроки замерзания и вскрытия водохранилищ, или продолжительность периода без ледостава. Рыбинское водохранилище в среднем свободно ото льда 210, Мингечаурское — 360 сут.

И. А. Печеркиным, С. Л. Вендровым и В. М. Широковым была разработана классификация берегов водохранилищ по различному генезису. Выделяют берега абразионные (обвальнo-осыпные, оползневые, закарстованные), аккумулятивные и устойчивые. Наибольший научный интерес и практическую значимость представляют абразионные берега. Это связано с большой интенсивностью размыва берегов, особенно в первые 5 лет. Классическим примером является берег Братского водохранилища в районе пос. Артумей, где бровка берега с августа 1962 по март 1967 г. отступила на 759 м (Авакян, 1977). Ширина зоны переработки берегов в конечную стадию на многих водохранилищах составляет 200—300 м и более. Интенсивнее всего этот процесс развивается на берегах, сложенных песками и лёссовидными суглинками, и на берегах, имеющих крутизну более 5—7°. На Каховском водохранилище, там, где берега сложены лёссовыми породами, ширина их зоны переработки за первые 2 года существования водохранилища составила 50—65 м, а за 4 года возросла до 100 м.

И. А. Печеркин и Ю. М. Матарзин отметили, что на многих созданных водохранилищах неправильно прогнозировался процесс овражной эрозии. Многие исследователи считали, что в связи с поднятием базиса эрозии рост оврагов замедлится. В действительности получилось наоборот: скорость роста оврагов, особенно в первые годы, возросла в 3—4 раза. В полосе побережья Камского водохранилища шириной 1—1,5 км полностью изменилась не только инженерно-геологическая, но и ландшафтная обстановка.

Представление о развитии абразионных берегов крупных водохранилищ дает табл. 41, взятая из работы А. Б. Авакяна и В. А. Шарапова (1977), с корректировкой по работам В. М. Широкова (1985 и др.).

По данным В. М. Широкова, размеры абразии берегов водохранилищ Сибири и скорость отступления бровки склонов в период их длительного наполнения превышают все известные

Таблица 41

Протяженность и удельный вес абразионных берегов в общей протяженности береговой линии крупных водохранилищ СНГ

Водохранилище	Длина береговой линии, км	Протяженность абразионных берегов	
		км	% к длине береговой линии
Рыбинское	2 470	800	32,4
Горьковское (озерная часть)	415	166	40
Куйбышевское	2 604	1000	38
Всего по волжским водохранилищам	12 625	3310	26
Всего по камским водохранилищам	2 310	821	35
Всего по днепровским водохранилищам	3 200	940	29
Мингечаурское	260	130	50
Бухтарминское	2 000	1500	75
Новосибирское	549	300	54
Красноярское	1 557	1113	72
Братское	6 000	2473	41
Вилойское	2 770	500	18

ранее не только в нашей стране, но и во всем мире. Из общей протяженности берегов существующих и строящихся водохранилищ Сибири (30 тыс. км) около 10 тыс. км затронуты процессами их переработки (Малик, 1990).

Специфика развития абразионных процессов на водохранилищах, расположенных в зоне многолетней мерзлоты, — термокарстовые процессы. Для горных водохранилищ характерны свои особенности перестроения берегов, обусловленные малой ролью ветрового волнения, большей сработкой и наполнением чаши, преобладанием прочных горных пород. Большую роль играют геодинамические процессы — осыпи, обвалы, оползны, выветривание и т. д.

В настоящее время протяженность абразионных, оползневых, осыпных, обвальных и других отступающих берегов крупных водохранилищ составляет не менее 20 000 км, а объем ежегодно перерабатываемых на них горных пород — более 300 млн м³. Отношение площади переработанных берегов к площади зеркала водохранилищ колеблется в широких пределах: на Горьковском она составляет 1,9%, на Усть-Илимском — 2,4, на Братском — 4,5%, причем эта цифра неуклонно возрастает, так как процесс переработки берегов спустя 20—40 лет после создания водохранилища далек от завершения. Например, по прогнозу, на Братском водохранилище площадь зоны переработки берегов на перспективу составит 9, на Усть-Илимском — 7,5%.

В целях снижения негативного влияния водохранилищ в проектах будущих ГЭС предусматриваются инженерно-геологические, биологические и компенсационные мероприятия. По А. Б. Авакяну и В. А. Шаралову (1977), основными видами инженерной защиты являются: обвалование территории, укреп-

ление берегов и откосов существующих земляных сооружений; устройство волноломных и волноотбойных сооружений; подсыпка берегов (обычно с укреплением откосов и дренажем); дренаж территорий, на которых по прогнозу может проявиться сильное подтопление; гидроизоляционные работы по локальной защите и намыв искусственного пляжа с созданием профиля равновесия в пляжной зоне (район академгородка на Новосибирском водохранилище). Залесение берегов водохранилищ также способствует устойчивости берегов.

В прибрежной зоне водохранилищ происходят направленные изменения в положении зеркала **грунтовых и почвенных вод**. Наблюдаются два процесса: фильтрация воды в берег и подпор грунтовых вод в прибрежной зоне со стороны водохранилища. Помимо направленных изменений (повышения уровня грунтовых вод) отмечаются ритмические колебания, обусловленные в подзоне прямого влияния колебаниями уровня водохранилища. Ширина этой подзоны — 200—300 м. Далее следует подзона косвенного влияния на режим грунтовых вод. Колебания зеркала грунтовых и почвенных вод соответствуют колебаниям уровня водохранилища, но с некоторым запозданием; с удалением от берега постепенно возрастает роль метеорологических факторов: на юге — температуры воздуха, в лесной зоне — атмосферных осадков. Ширина зоны гидрогеологического влияния зависит от геолого-геоморфологических условий побережья и может достигать 5—6 км, но обычно равна 1—3 км.

Влияние крупных водохранилищ, особенно таких, как Братское, Рыбинское, Бухтарминское и другие, на **местный климат** выражено довольно четко.

Альbedo водной поверхности при высоте Солнца более 20° колеблется от 6 до 12% и всегда меньше альbedo поверхности суши. Поэтому радиационный баланс водохранилищ обычно на 15—20% больше радиационного баланса суши. Осенью за счет роста эффективного излучения радиационный баланс водной поверхности на 15—30% меньше, чем суши, но абсолютные значения радиационного тепла в это время года малы (например, в лесной зоне — 0,5—0,3 ккал/см²·мес).

Индикатором на интенсивность влияния водохранилищ выступает разность температур поверхности воды и воздуха (ΔT), на окружающей территории (вне зоны влияния). Она зависит от глубины водохранилища и его географического положения. Влиянию водохранилища на местный климат свойственны два периода: охлаждающего и тепляющего воздействий. Снижение средней месячной температуры воздуха в первом километре от уреза в апреле, в мае и июне равно 0,5—2,5°; на сибирских водохранилищах — на 1,0—3,5°, главным образом за счет большего промерзания водоемов (толщина льда на водохранилищах Сибири достигает 1—1,2 м, на равнинных водохранилищах ЕТС — не более 60—80 см).

Продолжительность периода охлаждения на мелководных

водохранилищах — 2—2,5, на глубоководных — 3—3,5 мес. Опе­ляющее влияние выражено в августе—октябре и равно 0,6—1,5° на уровне среднесуточных температур. Весной переход тем­пературы воздуха через 5 и 10° запаздывает на берегах на 3—7 сут, что сказывается на прохождении растениями фенологи­ческих фаз; осенью наблюдается сдвиг дат перехода температу­ры воздуха через 10, 5 и 0° на более поздние сроки, на мелких водохранилищах на 3—5 дней, на глубоководных — на 5—10 дней. Продолжительность безморозного периода на побережье возрастает весной на 1—4, осенью — на 9—14 (на глубоковод­ных до 20) дней.

Соотношение периодов охлаждающего и тепляющего влия­ния водохранилищ на уровне дневных и ночных температур воздуха различно. Ночью тепляющее влияние проявляется с середины мая на ЕТС, с начала июня на Новосибирском, а с конца июня на Зейском водохранилищах. Эффект тепляющего влияния возрастает с конца мая (0,3—0,9°) к августу—октяб­рю (1,6—3,9°). Днем в апреле и мае в прибрежной зоне холод­нее на 0,8—2,4°, на сибирских водохранилищах — до 4,5°. В лет­ние месяцы различия не превышают 1,5—2,0°.

Относительная влажность воздуха в дневные часы всегда выше на берегу (на 4—16%) по сравнению с территорией, на которую влияние водохранилища не распространяется, а но­чью — ниже на несколько процентов. Абсолютная влажность воздуха в прибрежной зоне выше на 0,5—2,0 мБ.

Водоохранилище снижает число пасмурных дней по нижней облачности весной и летом на 10—20%, и увеличивает число ясных дней до 30%. Над акваторией и плоскими берегами вы­падает в среднем за теплый период на 10—20% влаги меньше, чем вне зоны влияния. Снижение осадков происходит главным образом в период охлаждающего влияния водохранилища, за счет более слабого развития конвективной облачности.

В течение всего теплого периода, за исключением апреля на равнинных водохранилищах ЕТС и первой половины мая на водохранилищах Сибири, скорость ветра в прибрежной зоне выше, причем различия в августе—октябре достигают 1,0—2,2 м/с. На берегах всех водохранилищ развита бризовая цир­куляция, влияющая на погоду и формирующая новые черты местного климата на расстоянии до 5—8 км. Бризовая цир­куляция и определяет размеры ареала влияния водохранилища на местный климат. Активное устойчивое влияние прослежива­ется до 3—5 км от берега, эпизодическое — до 10—15 км.

В районе верхнего бьефа водохранилища формируются зоны, подзоны и пояса влияния. *Зона влияния* — ареал, выделяемый по изменению как отдельных компонентов ландшафта (зона кли­матического или гидрогеологического влияния), так и ПТК в целом. *Подзона влияния* — территория, где либо наблюдается структурная перестройка ПТК (их вертикальной или горизон­тальной структуры), в таком случае это *подзона прямого влия-*

ния, либо фиксируются отдельные количества изменений в свойствах ПТК с сохранением прежнего инварианта (подзона косвенного влияния).

Пояс влияния — территория в пределах одной зоны, отличающаяся от соседней знаком (направленностью) воздействия. Обычно выделяют пояса сильного, умеренного и слабого подтопления или засоления, а также пояса снижения или увеличения биологической продуктивности.

Глубокая дифференциация знака, интенсивности воздействия в различных ПТК, неоднозначная плановая проекция ареалов в зависимости от выбранного индикатора влияния — один из важнейших выводов анализа сферы воздействия искусственных водоемов.

В подзоне прямого влияния равнинных водохранилищ лесной и лесостепной зон прослеживаются следующие пояса:

1. Периодического затопления; он располагается между уровнем минимальной сработки и уровнем максимальной форсировки, который обычно на 0,2—0,3 м выше НПУ.

2. Сильного подтопления, отрицательного влияния; его верхняя граница на разных водохранилищах колеблется от 0,45 до 1,2 м над НПУ. Ширина пояса — от 150 до 200 м, а по заливам — до нескольких километров. На берегах, сложенных лёссовидными суглинками, за счет капиллярного поднятия влаги, высотная граница пояса может превосходить 2 м над НПУ.

3. Переходный, нарастающего и уменьшающегося подтопления. Занимает территорию в пределах 0,5—1,1 м. В этом поясе в годы с высоким стоянием уровня водохранилища и почвенно-грунтовых вод наблюдается активизация процессов заболачивания, а в годы с низким уровнем — улучшение аэрации и в целом увеличение биологической продукции ландшафта.

4. Умеренного и слабого подтопления, положительного воздействия. Верхняя граница — до 3—3,5 м над НПУ, ширина до 300—400 м.

В подзоне косвенного влияния прослеживаются пояса увеличения и снижения биологической продукции. Его ширина может превосходить 1—2 км.

Важно подчеркнуть, что сезонная и годовая хроноорганизации процессов в подзоне прямого влияния обнаруживают связь с режимом уровня водохранилища. Это проявляется в связи ежегодного прироста древостоя и уровня водохранилища за теплый период (рис. 30), численности и видового разнообразия млекопитающих, продукции фитомассы лугов, содержания O_2 в грунтовых водах и степени оглеения почв.

В нижнем бьефе (ниже плотины) отчетливо прослеживаются зоны гидрологического, гидрогеологического и климатического влияний. Регулирование стока водохранилищами позволяет в значительной степени управлять паводками, что имеет огромное значение для **районов муссонного климата** и плоских равнин (полесские ландшафты). Классическим примером является

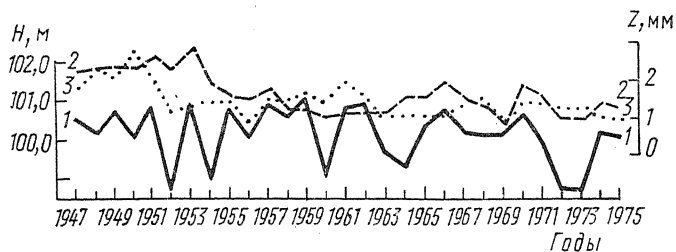


Рис. 30. Ход среднего уровня Рыбинского водохранилища (1) с мая по август, прирост сосен сосняка-зеленомошника в поясе умеренного подтопления (2) и прирост сосен сосняка-зеленомошника вне сферы влияния водохранилища

Зейское водохранилище, экономический эффект аккумуляции паводков на котором в среднем составляет, по данным Гидропроекта, 30 млн р. в год. Водоохранилища существенно выравнивают сток. Другим классическим примером, но уже негативным, является пойма Иртыша ниже плотины Бухтарминской ГЭС, где влияние водохранилища сказывается на расстоянии до 1500 км. На всем этом протяжении наблюдается аридизация пойменных ландшафтов из-за снижения уровня речных и грунтовых вод в летний период.

Зимний попуск относительно теплых вод в нижний бьеф приводит к образованию туманов на протяжении нескольких десятков километров (Красноярское, Зейское и другие водохранилища). Этот негативный климатический эффект благодаря экстроконтинентальному климату более четко проявляется на водохранилищах Сибири и Дальнего Востока. В целом гидрологический режим рек в нижнем барьере подчиняется не физико-географическим факторам, а режиму работы ГЭС, для которой главное — выработка электроэнергии в осенне-зимний период. Изменение гидротермических условий в нижнем бьефе, в частности образование в зимний период незамерзающей полыньи, коренным образом отражается на путях миграции животных, в частности косули, лося и т. д.

Следует сказать несколько слов о сравнительно недавно недавно выявленном виде влияния крупных водохранилищ на природную среду: водохранилища активизируют движения земной коры, вызывая даже небольшие землетрясения (Николаев, 1973). Например, на водохранилище Кариба, расположенном в Замбии и Зимбабве, были зарегистрированы подземные толчки. Отмечались они и на крупных водохранилищах США и нашей страны.

Существует еще один вид влияния водохранилищ — опосредованный. Он осуществляется через каналы, питающиеся водой из водохранилищ. Ареал его распространения может быть равен десяткам и сотням квадратных километров (Широков, Авакян, 1990).

VIII. 4. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ¹

Изменения объема режима стока рек. Общий водозабор на орошение в СССР составил в 1988 г. 194,5 км³ воды. Особенно сильно развитие орошения сказалось на стоке рек Средней Азии. Так, если до последнего этапа развития орошения сток Амударьи и Сырдарьи составлял ежегодно в среднем 56 км³, то в 80-е годы он не превышал 10 км³, а в некоторые годы практически отсутствовал — вода разбиралась на орошение. Следствием этого стало сокращение площади Аральского моря с 66,5 тыс. км² (вместе с островами) в 1960 г. до 37 тыс. км² к 1987 г., а его уровень к 1990 г. понизился на 13—14 м по сравнению с 1960 г.

В течение года водопотребление на орошаемых землях происходит неравномерно как в пространстве, так и во времени. По существу, орошение формирует новую гидрографическую сеть. Протяженность оросительных систем в СССР достигала 700 тыс. км, а общая длина коллекторно-дренажной сети в аридной зоне страны — 150—200 тыс. км, что в 10—15 раз больше длины основных рек этой зоны (Лемешев, 1988). В результате сброса дренажных вод образовались новые обширные водоемы — озера Сарыкамыш, Айдаркуль и др. На этих «рукотворных» озерах предполагалось создать интенсивное рыбное хозяйство, но высокое содержание пестицидов и минеральных удобрений в водах делают невозможным развитие этой отрасли.

Интрузия морских вод в эстуариях. Зарегулирование и уменьшение стока рек может вызвать интрузию морских вод в эстуарии. Этот процесс происходит, например, в Днепровском лимане в устье Днепра, где в результате отбора безвозвратного забора воды из этой реки усилился приток соленых вод Черного моря и влияние ветровых нагонов морских и лиманных вод. В результате происходит засоление грунтовых вод и почв дельты, повышается содержание в них ионов хлора и натрия.

Изменение климата. Орошение ведет к глубокой перестройке структуры теплового баланса. Возрастают затраты тепла на суммарное испарение, которое нередко превосходит энергетические ресурсы региона (затраты тепла на испарение больше величин радиационного баланса). Компенсация энергии осуществляется за счет адвективного фактора. В результате в летнее время температура воздуха на высоте 2 м понижается на 1—2°, а относительная влажность возрастает на 10—20%.

Существенные метеорологические и климатические последствия связаны с сокращением площади и объема водной массы Аральского моря. Климат стал более континентальным. Амплитуда летних и зимних температур воздуха на прибрежных станциях увеличилась на 1,5—2,5°.

¹ В основу написания раздела положена работа Н. Ф. Глазовского (1989) с привлечением исследований других авторов.

Весной и летом относительная влажность воздуха уменьшилась на 9%; возросло число дней с засухами (по данным ст. Муйнак, в 4 раза).

С 1966 по 1980 г. число дней с пыльными бурями и пыльными поземками увеличилось в прибрежных районах более чем на 50%, а в отдельных пунктах — в 3,6 раза. Протяженность пылевых потоков при пыльных бурях южной периферии стационарных высоких антициклонов составляет в среднем около 170 км, а при фронтальных пылевых бурях — 270 км. Наиболее мощные очаги выноса материала расположены между устьем Сырдарьи и бывшим с. Уялы (Григорьев, Липатов, 1982).

Изменение уровня грунтовых вод. Проекты создания оросительных систем нередко не предусматривали создание коллекторно-дренажной сети, за-за чего повышение уровня грунтовых вод — типичное явление для массивов орошения и на прилегающих территориях. В наибольшей степени этот процесс развит в Узбекистане и Туркмении. В Туркмении на 87% площади орошаемых земель уровень грунтовых вод выше 2,5 м и на 26% выше 1,5 м. В Узбекистане уровень грунтовых вод выше критического на 1,6 млн га. Фильтрация из Каракумского канала за 16 лет составила 20,58 км³. В первые годы она достигала 1,9—2,3 км³. В результате сформировался мощный поток грунтовых вод от канала в полосе шириной 2—3 км. В междурядовых понижениях образовались фильтрационные озера.

Темпы подъема уровня грунтовых вод на юге Украины составляют до 0,3 м в год; на водораздельных равнинах Дона, Села и Маныча за 6—10 лет уровень грунтовых вод поднялся с 10 до 2—3 м.

Падение плодородия почв связано с **вторичным засолением и осолонцеванием почв**. Процессы развиты повсеместно. Так, в Мургабском оазисе в районах нового освоения площадь незасоленных и слабозасоленных земель уменьшилась с 50 до 25%, а засоленных — возросла с 50 до 75%. В Таджикском оазисе из 70 тыс. га орошаемых земель 48 тыс. га засолено, а в целом по Туркмении засолено 86,7% орошаемых земель. В Каракалпакии в 1987 г. из 485,1 тыс. га орошаемых земель засолено 376,9 тыс. га. В целом из-за плохого качества и неудовлетворительной эксплуатации в период с 1966 по 1985 г. из введенных 11,7 млн га орошаемых земель выбыло 2,9 млн га.

Особую тревогу вызывает состояние черноземов в районах развития орошения. Этой проблеме посвящены исследования В. А. Ковды, Б. Г. Розанова, Г. И. Андреева, В. В. Буйлова, С. А. Николаева, И. Н. Антипова-Каратаева, С. Ю. Розова и др. Опыт эксплуатации крупных оросительных систем показал, что в результате потерь воды на фильтрацию из земляных каналов, распределителей и вредных оросителей происходит подъем уровня грунтовых вод со скоростью до 3—4 м/год. Растениями используется лишь 15—25% количества воды, которое забирается в головных частях оросительной системы (Розанов

и др., 1983). По данным Н. Г. Минашиной и др. (1981), зависимость урожаев от погодных условий сохраняется на орошаемых землях; она существенна в сухие годы.

При орошении черноземов исходный автоморфный непромывной водный режим сменяется полуавтоморфным промывным при глубине грунтовых вод 2,5—5 м и даже гидроморфным при их глубине 1,0—2,5 м. В районах, где в подстилающей четвертичной толще имеются погребенные солевые прослои, соли постепенно подтягиваются к поверхности и засоляют почву.

Хотя, по мнению ведущих почвоведов страны, вторичного засоления при орошении не существует, однако настаивают многочисленные случаи локального вторичного засоления почв, которые связаны с различными местными факторами в тех или иных конкретных условиях: использование для полива минерализованных вод, слабая дренированность почвенно-грунтовой толщи, наличие больших солевых запасов и т. д. Вторичное засоление черноземов зафиксировано на юге Украины, в Ростовской обл. и Краснодарском крае.

В случае, когда в оросительных водах в значительных количествах присутствуют бикарбонаты и карбонаты натрия, может происходить осолонцевание почв (юг Украины, Северный Кавказ, Ростовская обл.).

Изменение запасов гумуса. На орошаемых черноземах юга Украины запасы гумуса сократились на 20% в почвах двухлетнего и до 30% в почвах двенадцатилетнего орошения. При орошении каштановых почв наблюдаются два разнонаправленных процесса. Увеличение поступления органических остатков от более пышной растительности способствует увеличению запасов гумуса, а активная деятельность макрофлоры вызывает более ускоренную минерализацию органического вещества. По данным Г. Г. Бабаева и др. (1986), в Азербайджане в сероземно-луговых темных почвах за 20—25 лет ирригации содержание гумуса снизилось с 3—3,5 до 1—2%.

При орошении происходит увеличение подвижности гумуса и меняется соотношение гуминовых и фульвокислот. Содержание гуминовых кислот снижается, а фульвокислот возрастает. Снижается окислительно-восстановительный потенциал почв.

Изменение структуры и физических свойств почв. При поливах черноземов структура почв приобретает пылеватое строение. На поверхности после просыхания образуется плотная слитая корка. Процесс слитообразования сказывается на газовом режиме черноземов; в первую очередь происходит возрастание парциального давления углекислого газа и нарушение карбонатного равновесия. В пахотном и подпахотном горизонтах орошаемых черноземов почвы становятся глыбистыми, происходит изменение агрегированности, разрушаются наиболее агрономически ценные агрегаты, возрастает объемный вес верхних горизонтов и меняется общая пористость почв (на 5—10%).

Изменение интенсивности биологического круговорота химических элементов в ландшафтах. Для аридных районов характерна глубокая дифференциация интенсивности биологического круговорота вещества. В автоморфных условиях при увлажнении растений лишь атмосферной влагой годичная биологическая продукция составляет от 1—4 до 10 т/га. В гидроморфных условиях, в дельтах рек и на берегах озер, годичная продукция в естественных условиях возрастает до 50 т/га. Развитие орошения приводит к формированию на территориях с низким естественным круговоротом вещества агроландшафтов, в которых биогенный круговорот приближается к естественному для гидроморфных условий.

Загрязнение почв и природных вод удобрениями и пестицидами. Применение удобрений на орошаемых землях Средней Азии превышало в 70—80-е годы общесоюзный уровень в 10—15 раз. В 80-е годы в Узбекистане использовалось до 54 кг/га различных гербицидов, дефолиантов и т. д. Значительная часть этих удобрений и ядохимикатов попадает в дренажный сток. Поскольку минеральные удобрения и пестициды содержат микроэлементы, то в дренажных водах и в районах их аккумуляции происходит постепенное накопление микроэлементов.

Масштабы современного орошения в аридной зоне таковы, что они ведут к изменению региональной миграции солей (Глазовский, 1987). В целом по аридной зоне страны увеличение миграции солей за счет их выноса с орошаемых массивов составляет 97 млн т/год или около 11 т/га в год. Общий ионный поверхностный сток в аридной зоне достиг 262 млн т/год: он возрос в 1,5 раза по сравнению с периодом до последнего развития орошения. С орошаемых массивов выносятся в основном хлориды, сульфатион, натрий и магний. Вынос солей с орошаемых массивов превысил вынос солей из ландшафтов в областях формирования речного стока.

Вблизи каналов происходят глубокие преобразования в растительном покрове и особенно в животном мире. Наблюдается замена псаммофильной растительности гидрофитной и фреатофитной. Наблюдается заметное увеличение продукции наземной фитомассы. Так, в зоне влияния Каракумского канала прирост наземной фитомассы увеличился в 17 раз и составил 3384 тыс. т (Граве, 1978).

При распашке и обводнении земель в аридных районах Средней Азии в первые же годы исчезают пятнистый полоз, тушканчики Северцова и малый, корсак, перевязка, серый ворон, длинноглый еж, резко сокращается численность черепахи, гребнепалого геккона и линейчатой ящурки. Снижается общая численность, но возрастает плотность населения на нераспаханных участках. В результате осушения дельты Амударьи стаи водоплавающих птиц во время миграции сместились из низовьев реки на озера Тургая. Скопления мигрирующих водоплавающих птиц возникли на водохранилищах и образовавшихся

фильтрационных озерах. Сократилось число видов живущих в Приаралье млекопитающих (с 70 до 30) и птиц (с 319 до 168).

Многолетний опыт орошения в Средней Азии показывает, что слабое засоление почв снижает урожайность хлопчатника на 10—15%, среднее засоление — на 30—40, а сильное — на 50—60% (Курбанов). В результате разбора вод Амударьи и Сырдарьи на орошение, низкого качества водохозяйственного строительства и эксплуатации оросительных систем, превышения норм полива, чрезмерного внесения гербицидов и дефолиантов в 70—80-е годы сформировался обширный очаг экологического бедствия — Приаралье. Аральское море распалось на ряд изолированных крупных и средних озер. На осушенном дне формируются новые ПТК. М. М. Ишанкуловым (1985) выделены три этапа (стадии) их формирования: 1) тотального засоления грунтов и субаэрального биотического развития поверхности бывшего морского дна; 2) засоления-рассоления, формирования литогенной основы ландшафта и продолжающегося биотического освоения территории; 3) рассоления и остаточного засоления, стабилизации литогенной основы ландшафта, приведения его биотических компонентов в соответствие с условиями, близкими к зональным.

Проблема Аральского моря всесторонне освещена Н. Ф. Глазовским (1990). Он приводит доказательства связи роста заболеваемости и смертности населения с ухудшением качества среды обитания человека. Так, в Узбекистане лишь с 1980 по 1987 г. число госпитализированных лиц (на 100 человек населения) возросло с 21,8 до 26,3. Данные медицинских обследований показывают, что с начала 60-х годов значительно возросло число заболеваний желчекаменной болезнью, хроническим гастритом, заболеваниями почек и раком пищевода.

Итак, водные мелиорации — это очень острое «оружие» изменения неблагоприятных свойств природной среды, влекущее за собой, в случае несоблюдения совокупности оптимальных технологий сельскохозяйственного производства, глубокие негативные преобразования. Особую тревогу вызывает состояние отечественных черноземов, которые в СССР занимали площадь около 190 из 300 млн га мировой (В. А. Ковда). В связи с этим отметим необходимые условия сохранения потенциала плодородия черноземных почв (Андреев, Розанов, Ковда, 1983).

1. Орошение в черноземной зоне должно быть лишь дополнительным к естественным осадкам и минимально необходимым для получения высоких программированных урожаев при постоянной корректировке оросительных норм с учетом погодных условий каждого года.

2. Вся водопроводящая и оросительная сеть должна строиться только с применением гидроизоляции, желательна в закрытых трубопроводах, для полного исключения потерь воды на фильтрацию из земляных каналов.

3. При орошении черноземов необходимо использовать малоинтенсивную поливную технику и исключить обработку почв тяжелыми сельскохозяйственными машинами в условиях высокой влажности почв.

4. Поливы необходимо производить строго по дефициту почвенной влаги, поддерживая ее в пределах от 65—70 до 100% наименьшей влагоемкости.

5. Поливные нормы не должны превышать 350—400 м³/га в целях исключения избыточной фильтрации на орошаемых полях; глубина промачивания не должна превышать 1,5 м.

Ставится вопрос об организации постоянно действующего природно-мелиоративного мониторинга.

ГЛАВА IX

ОБОСНОВАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

IX.1. ОБОСНОВАНИЕ В ПОТРЕБНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ МЕЛИОРАЦИИ

В результате того, что в нашей стране длительное время мелиорация была соединена с водным хозяйством, общая стратегия обоснования проведения мелиораций обычно увязывалась со схемами комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейнов рек. Параллельно в системе агропромышленного комплекса страны, в научно-исследовательских институтах географического и сельскохозяйственного профиля и ведущих НИИ по гидротехнике и мелиорации сформировались другие подходы к обоснованию выбора направления и способов мелиорации. Главное методическое средство выбора направления и способов мелиорации — комплексное природно-мелиоративное районирование крупных регионов страны.

Наиболее подробное комплексное природно-мелиоративное районирование для Нечерноземной зоны РСФСР было выполнено в Институте гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова под редакцией Е. П. Панова (Панов и др., 1980). Оно осуществлено благодаря обобщению и анализу природных и экономических условий Нечерноземной зоны. Были составлены схемы гидролого-климатического, гидрогеологического и литолого-почвенного районирования; широко использовано комплексное (ландшафтное) физико-географическое районирование территории. На основе этих материалов была составлена схема природно-мелиоративного районирования Нечерноземной зоны РСФСР (рис. 31).

На территории выделено 6 природно-мелиоративных подзон, 32 провинции, 160 крупных районов, характеризующихся однотипными природными условиями и соответствующими им мелиоративными мероприятиями. Для каждой подзоны определены основные направления: для провинции — методы, для района — способы мелиорации земель. В легенде к карте они даны

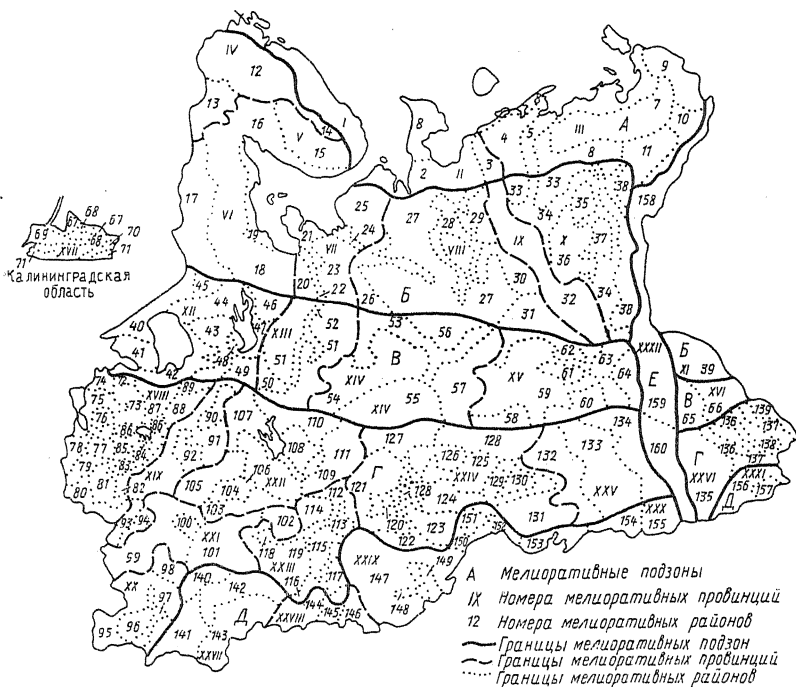


Рис. 31. Схема природно-мелиоративного районирования Нечерноземной зоны Российской Федерации (Панов и др., 1980)

в скобках после описания подзон, провинций и районов. Основные направления мелиорации, выделенные в легенде карты: I — осушение; II — орошение; III — тепловые мелиорации; IV — культуртехника (в том числе известкование); V — борьба с эрозией.

Основные виды мелиорации: 1) ускорение поверхностного стока; 2) понижение уровня грунтовых вод; 3) понижение уровня напорных грунтовых вод; 4) регулирование руслового стока; 5) повышение инфильтрационной способности почвогрунтов; 6) дополнительное увлажнение; 7) улучшение температурного режима почв; 8) культуртехнические мероприятия; 9) известкование; 10) противоэрозионные мероприятия.

Основные способы мелиорации: а) закрытый дренаж; б) открытые каналы; в) искусственные ложбины; г) ловчие каналы и дрены; д) кротовый дренаж; е) кротование; ж) агро-мелиоративные мероприятия (узкозагонная вспашка, глубокое рыхление и др.); з) регулирование рек-водоприемников; и) обвалование с машинным водоподъемом; к) дождевание; л) шлюзование; м) мероприятия по улучшению теплового режима почв (снегозадержание, борьба с заморозками, мульчирование поверхности и пр.); н) уборка камней; о) удаление кус-

тарника и мелколесья, срезка кочек, ликвидация мелкоконтурности; п) известкование; р) противоэрозионные мероприятия (террасирование склонов, посадка лесных полос, облесение территории и т. д.); с) рыхление рудякового горизонта; т) строительство водоемов.

В качестве примера приведем характеристику мелиоративной провинции и района. VIII. Мезенско-Двинская преимущественно избыточно-влажная слабодренированная равнина с господством глеево-подзолистых и торфяно-подзолисто-глеевых почв, моренных и озерно-ледниковых грунтовых вод (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9).

26 район: террасированная низина с иллювиально-железистыми, торфяно-подзолисто-глеевыми иллювиально-гумусовыми подзолами и торфяными почвами верховых и низинных болот на аллювиальных песчано-суглинистых отложениях с грунтовым, местами напорно-грунтовым и намывным питанием и глубиной залегания грунтовых вод 0—3 м (б, г, м, н, о, п).

Другой подход к проведению мелиораций разработан «Союзводпроект» Минводхоза СССР. В его основе лежит разработка генеральной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов страны (КИиОВР), бассейновые и территориальные схемы. Схема КИиОВР служит водохозяйственной основой генсхемы развития и размещения производительных сил, отраслевых и территориальных схем. Целью разработки комплексных схем является определение основных водохозяйственных и других мероприятий, подлежащих осуществлению для удовлетворения потребностей населения в воде, отраслей народного хозяйства, а также мероприятий по охране вод и предупреждению их вредного воздействия.

Комплексные схемы состоят из семи разделов.

I. Водные ресурсы 27 бассейнов основных рек страны. Осуществляется водохозяйственное районирование, дается изученность поверхностных водных ресурсов, условия их формирования. Освещаются ресурсы пресных и минерализованных вод в реках и других водоемах. Приводятся гидрохимическая, гидробиологическая и санитарно-гигиеническая характеристика поверхностных вод. Специальная глава (часть) посвящена оценке качества и количества подземных вод.

II. Использование водных ресурсов по отраслям народного хозяйства (за базисный период и в перспективе). Основное внимание обращается на анализ использования водных ресурсов различными отраслями.

III. Раздел включает вопросы интенсификации использования ресурсов, их повторного использования, проблемы опреснения минерализованных подземных и дренажных вод.

IV. Раздел посвящен предотвращению негативного воздействия поверхностных и подземных вод, защите от затопления и подтопления.

V. Охрана водных ресурсов с рассмотрением вопросов за-

щиты водных объектов от загрязнения, охрана прибрежной акватории морей и крупных озер.

VI. Водохозяйственные балансы, оптимальное распределение располагаемых водных ресурсов.

VII. Сводные данные по комплексному использованию и охране водных ресурсов на расчетный период.

Бассейновый принцип, предлагаемый в схемах КИиОВР, беспорен и должен стать основным при решении региональных водохозяйственных проблем и планировании мелиоративных работ. Однако эти схемы не должны быть самоцелью. Они будут действовать только как составная часть общей схемы «Рациональное природопользование и охрана окружающей среды региона», в которой основной задачей выступает разработка мероприятий (по временным периодам и на основе вариантных проработок) по созданию оптимальных экологических и социальных условий жизни населения и условий социально-демографического развития. Главная и в конечном счете единственная цель мелиорации — улучшение условий жизни населения, для чего в первую очередь для региона необходим сбор, обобщение и анализ показателей и характеристик состояния природно-экологических и социально-экономических условий, оценка реально существующего общественного результата природопользования региона (экономического, экологического и социального) по качественным и количественным показателям.

Распространено мнение, что организация территории сельскохозяйственного землепользования — это рациональное размещение пахотных, сенокосных, пастбищных и других угодий, лесохозяйственных площадей, участков жилищного и промышленного строительства, рекреационных массивов, сетей транспорта и связи (Структура почвенного покрова и организация территории, 1983). Такое мнение справедливо, как подчеркивает С. Г. Покровский, только в «землеустроительном» смысле. Организация территории безусловно должна включать и все мероприятия по организации и осуществлению земельных улучшений — мелиораций.

Обоснование проектов сельскохозяйственной мелиорации региона должно включать следующие разделы и подразделения. 1. Современное состояние сельского хозяйства, с подразделами: а) материальные ресурсы; б) трудовые ресурсы; в) земельные ресурсы; г) фактическое производство сельскохозяйственной продукции на 1 га сельскохозяйственных угодий, на 1 га пашни, на 1 человека; д) необходимое производство сельскохозяйственной продукции для обеспечения продуктами питания и сырьем населения региона. 2. Потребность в водных мелиорациях. 3. Сельскохозяйственное водоснабжение: а) населенных пунктов; б) производственных предприятий. 4. Экономическое обоснование: а) себестоимость водных мелиораций; б) себестоимость «безводного» увеличения производства сельскохозяйственной продукции; в) природоохранные мероприятия.

Реализация указанного плана обоснования водных мелиораций возможна лишь при проведении комплексных географических исследований, программа которых рассмотрена С. Г. Покровским (1990). Она предусматривает учет важнейших факторов сельскохозяйственной организации территории: характера структуры почвенного покрова и рельефа; похозяйственной структуры земельных угодий, пашенных площадей и агропроизводственных групп почв; контурность и удаленность (доступность) производственных участков; количество и состояние населенных пунктов, дорог; обеспеченность трудовыми ресурсами, производственными фондами и т. д.

В. М. Чупахиным разработана программа региональных схем комплексного хозяйственного развития на ландшафтно-экологической основе. Планирование должно основываться на оптимизации природной среды региона (установлении сбалансированного соотношения между эксплуатацией, консервацией и улучшением естественных ресурсов) и закономерностях развития ландшафтов с учетом возрастающего антропогенного воздействия.

IX.2. ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРОЕКТОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Состав проектов мелиоративных систем сформировался в 70-е годы. Он был разработан учреждениями бывшего Минводхоза страны. Материалы технического проекта, сдаваемого заказчику, состояли из конспекта и 8 частей. Часть I. Схема генерального плана. Часть II. Природные условия (климатические, гидрологические, инженерно-геологические, гидрогеологические и почвенно-мелиоративные). Часть III. Мелиоративное строительство: книга 1 — общетехническая записка; книга 2 — электроснабжение, электрооборудование, автоматизация, телемеханизация и связь; книга 3 — техническая эксплуатация. Часть IV. Организация территории, сельскохозяйственного производства и экономическая эффективность. Часть V. Сельскохозяйственное строительство. Часть VI. Организация строительства. Часть VII. Смета. Часть VIII. Паспорт проекта: чертежи и спецификации.

Отметим главное: в составе проектной документации отсутствовал том (книга) по прогнозу оценки воздействия объекта на окружающую природную среду (ОВОС). Поэтому многие причины негативных явлений при проведении мелиорации заключались в отсутствии комплексного природоведческого обоснования проектов, а также в ошибках, допущенных на стадии изыскания, проектирования, строительства и эксплуатации мелиоративных систем. Только в 1980 г. Минводхозом СССР было принято «Руководство по разработке раздела «Охрана природы» в составе проекта мелиорации земель» (руководитель — академик Б. С. Маслов). Оно было дополнено в 1985 г. и вышло в виде инструкции в составе предпроектной документа-

ции мелиорации земель к СНиП 2.06.03—85 «Мелиоративные сооружения и системы».

Технико-экономическое обоснование (ТЭО) и проекты гидроэлектростанций во многом имеют схожую структуру с проектами мелиораций. Основные разделы проекта включают книги по социально-экономическому и экологическому знанию строительства ГЭС, ее паспорт, характеристику природных условий, экономики района и обзор перспектив ее развития, водного хозяйства, энергетики. Центральными разделами проекта выступают части: «Основные сооружения. Записка. Чертежи», «Организация и технология строительства», «Водоохранилище. Охрана окружающей среды», «Мероприятия по подготовке водоохранилища и нижнего бьефа», «Охрана окружающей среды», «Расчетная стоимость строительства. Компенсационные мероприятия».

Полнота рассмотрения природоохранных вопросов в проектах, к сожалению, различна. Это объяснялось, во-первых, различной остротой и индивидуальностью региональных и местных экологических проблем (например, для Катунской ГЭС важнейший вопрос — качество воды и сохранение плодородия поймы ниже плотины; для Гилуйской ГЭС — пути миграции копытных и изменение природных условий в Зейском заповеднике). Во-вторых, квалификацией проектировщиков и главного инженера проекта. В-третьих (и это, пожалуй, основное), отсутствовала единая нормативная база (руководства, указания) по проведению экологической экспертизы проектов. А экспертиза тесно связана с проектированием. Положения о государственной экологической экспертизе определяют полноту разработки экологической части ТЭО и проекта.

Постановлением Совета Министров — Правительства Российской Федерации от 22 сентября 1993 г. № 942 утверждено Положение о государственной экологической экспертизе. Каждый проект и ТЭО должны содержать специальный том (книгу, разделы) по ОВОС, составленной согласно «Руководству по экологической экспертизе предпроектной и проектной документации», утвержденному Главным управлением государственной экологической экспертизы Минприроды в 1993 г. и «Указаниям к экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности в предпроектной и проектной документации», утвержденным тем же высоким органом в 1994 г.

Обоснование места размещения объекта мелиорации, водоохранилища и т. д. должно отвечать требованиям государственных служб контроля и надзора за состоянием природной среды, санитарно-эпидемиологической службы, основного землепользователя и органов местного самоуправления. Эколого-географическое обоснование создания мелиоративных систем должно содержать:

информацию о природной среде — природные условия и хозяйственное использование территории, природоохранные

объекты, количественные показатели состояния отдельных компонентов природы и ландшафтов в целом;
оценку существующего экологического состояния района; ограничения по использованию природной средой;
прогноз изменений состояния окружающей среды (ландшафтов) при реализации проекта;
сведения о социальной среде и здоровье населения;
характеристику природоохранных мероприятий, оценку их достаточности и эффективности;

В разделе «Охрана окружающей среды» определяется эколого-экономическая эффективность природоохранных мероприятий. При строительстве объектов мелиорации по очередям оценка воздействия на окружающую природную среду и разработка природоохранных мероприятий выполняется в целом по объекту. Материалы ТЭО (проекта), представляемые на государственную экологическую экспертизу, должны иметь согласования с государственными органами контроля и надзора, определяющими условия природопользования.

В основе составления технического проекта, его полноты и глубины лежат государственные и ведомственные нормативные документы, законодательные акты, основной перечень которых приводим ниже.

1. Водный кодекс РСФСР. 30.06. 1972 г.
2. Земельный кодекс РСФСР. 25.04. 1991 г.
3. Основы лесного законодательства Российской Федерации. 17.04. 1993 г.
- Законы Российской Федерации:
 4. «Об охране и использовании животного мира». 14.07. 1982 г.
 5. «О собственности в РСФСР». 24.12. 1990 г.
 6. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» 19.04. 1991 г.
 7. «О местном самоуправлении в РСФСР». 06.07. 1991 г.
 8. «О плате за землю» 11.10. 1991 г.
 9. «Об охране окружающей природной среды». 03.03. 1992 г.
 10. «О недрах» 04.05. 1992 г.
11. Постановление Совета Министров — Правительства Российской Федерации от 28.01. 1993 г. № 77 «Об утверждении Положения о порядке возмещения убытков собственникам земли, землевладельцам, землепользователям, арендаторам и потерь сельскохозяйственного производства».
12. Постановление Совета Министров — Правительства Российской Федерации от 22.09. 1993 г. «О социально уполномоченных государственных органов РФ в области охраны окружающей среды».
13. СНиП 1.01—01—82. Система нормативных документов в строительстве. Основные положения.
14. СНиП 1.02.01—85. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной доку-

ментации на строительство предприятий, зданий, сооружений.

15. ГОСТ 17.0.01-76 (СТ СЭВ 1364—78). Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов.

16. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М., 1992.

17. РД 33—3.5—01—83. Окультуривание и сельскохозяйственное использование мелиорируемых минеральных земель. М.; Минводхоз, 1983.

18. Рекомендации по окультуриванию и сельскохозяйственному использованию мелиорируемых торфяных почв. М.: ВНИИГиМ, 1986.

19. Рекомендации по проектированию и технологии выращивания защитных лесных насаждений на орошаемых землях. Волгоград, 1986.

20. Рекомендации к ландшафтному обоснованию природоохранных систем земледелия. М., 1990.

21. Методические указания по ландшафтными исследованиям для сельскохозяйственных целей. М., 1990.

Проекты должны содержать необходимый состав картографических материалов, представляемых на государственную экспертизу.

1. Ситуационный план зоны воздействия объектов мелиорации с указанием промышленных, селитебных, сельскохозяйственных территорий, рекреационных зон, особо охраняемых территорий, зон ограниченного использования.

2. Ландшафтную карту.

3. Ландшафтно-геохимическую карту.

4. Гидрогеологическую и инженерно-геологическую карты.

5. Карту использования земель.

6. Карту антропогенных и техногенных источников воздействия.

7. Почвенную карту и карту деградации почв (если это имеет место).

8. Карту современного состояния растительного покрова, карты патологических изменений растительности и биогеохимические карты.

9. Карту размещения ценных биотопов и путей миграции животных.

10. Гидрологическую карту.

11. Геоморфологическую карту и карту оценки опасности современных геоморфологических процессов.

12. Медико-демографическую карту.

13. Совокупность прогнозных карт.

В настоящее время обозначилось несколько подходов к решению экологических проблем при проведении мелиоративного строительства. Один из них базируется на концентрации агроландшафта и успешно разрабатывается географами Украины,

Белоруссии и Москвы. Другое направление берет начало из мелиоративного землеустройства и основывается более на компетентном подходе (Институт академии сельскохозяйственных наук).

Сущность ландшафтного подхода к проектированию и созданию гидротехнических систем (объектов мелиорации, водохранилищ) заключается в следующем. Для обоснования выбора типа мелиорации и ее способов необходимо составление ландшафтно-мелиоративной типологической карты масштабов 1:100 000 — 1:1 000 000 (для крупных регионов). Основной выдел — ландшафтно-мелиоративный район — территория однородная по структуре более мелких природно-территориальных комплексов, характеризующаяся однотипной мелиоративной неустроенностью. Примером указанной карты может быть ландшафтно-мелиоративная схема В. Н. Киселева, составленная для Белорусского Полесья.

Базовой картой для проектирования природоохранных мероприятий и оценки влияния мелиорации на биологическую продуктивность лесных, луговых и степных комплексов на прилегающей территории выступает крупномасштабная ландшафтная карта на типичные ключевые участки. Желательный масштаб — 1:10 000. Ландшафтная карта, отражающая пространственное разнообразие прилегающей территории, позволяет определить ответные реакции ПТК на мелиоративные мероприятия.

Ю. Э. Мандером, В. С. Аношко, М. Н. Брилевским и другими учеными разработана методика определения норм экологической допустимости упрощения мелиорированных ландшафтов. В основу положено представление о природно-мелиоративном потенциале (ПМП) ландшафтов, под которым понимается возможность увеличения продуктивности сельскохозяйственных угодий при полной ликвидации мелиоративной неустроенности ПТК. Модель расчета природно-мелиоративного потенциала состоит из 4 блоков, позволяющих определить недобор урожая, вызванный разными типами мелиоративной неустроенности: заболоченностью, культуртехнической неустроенностью, эродированностью и агрохимическим дисбалансом. Интегральная величина природно-мелиоративного потенциала ландшафта определяется путем суммирования показателей, рассчитанных для каждого блока моделей.

Величина ПМП ландшафтов будет иметь большое практическое значение при условии, если учитывается возможность их экологического упрощения, которая в свою очередь определяется устойчивостью.

Мелиоративная реконструкция ландшафта обычно приводит к гомогенизации пространственной структуры ПТК, следовательно, к снижению его устойчивости и экологического разнообразия путем ликвидации большинства экотонов (кустарник, естественные луга, болота, водоемы и т. д.). Экотоны же яв-

ляются своеобразными «полосами напряжения», через которые осуществляется компенсирующее влияние естественных биогеоценозов на упрощенные агросистемы. Для каждого из видов ландшафтов, обладающих различной степенью устойчивости, необходимо сохранение определенных размеров экотонов, т. е. определенное внутриландшафтное (экологическое) разнообразие. Многие авторы считают, что снижение экологического разнообразия ПТК ведет к снижению их устойчивости.

Так как мелиорация приводит к упрощению ландшафтной структуры и снижению экологического разнообразия, то для каждого ПТК должен быть определен уровень его экологического упрощения. Для количественного выражения экологического разнообразия мелиорированных ландшафтов можно использовать формулу Ю. Мандера:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n l_i \cdot P_i}{S} \cdot f(S'),$$

в которой I — индекс экологического разнообразия ландшафта, м/га; l_i — длина i -го экотона на местности, м; P_i — влияние экотона на прилегающую территорию, м; S — площадь анализируемого ландшафта, га; S' — площадь компенсирующих участков, га; $f(S')$ — функция зависимости экотона от размера его площади. Функция имеет региональное значение и находится в каждом конкретном случае.

М. Н. Брилевским для Белорусского поозерья найдены величины допустимого изменения разнообразия мелиорируемого ландшафта. С увеличением естественной ландшафтной неоднородности величина допустимого снижения разнообразия уменьшается.

Ландшафтный подход к проведению мелиораций на этом не ограничивается. В настоящее время стоит задача конструирования культурного агроландшафта, куда органически включаются и природоохранные мероприятия. Они подразделяются на мероприятия по охране земель, вод, воздушной среды, растительности, животного мира и ландшафтов в целом. По Б. С. Маслову, И. В. Минаеву и Е. П. Панову, в понятие «охрана земель в проектах мелиорации» входит: учет оценки земель, изымаемых под каналы, гидротехнические сооружения, водохранилища, дороги, линии электропередач, хозяйственные постройки и другие элементы мелиоративной сети. При этом учитывается характер воздействия мелиорации на сельскохозяйственную продуктивность прилегающих угодий (при размещении элементов мелиоративной сети предусматривается наиболее полное использование земель в сельскохозяйственных целях); коэффициент земельного использования (КЗИ) должен быть максимальным; в проектах предусматривается ликвидация

мелкоконтурности угодий. Размеры севооборотных участков и полей на мелиорируемых землях устанавливаются с учетом использования высокопроизводительной сельскохозяйственной техники и передовой технологии выращивания культур, с учетом зональных и местных особенностей территории. Наиболее рациональны поля прямоугольной формы с соотношением сторон 2:1 — 5:1 при обеспечении параллельности двух сторон. Оптимальная площадь полей в гумидных районах — 20—80 га, в аридных — 60—100 га.

При проектировании и осуществлении мелиоративных мероприятий необходимо предотвратить обнажение и выход на поверхность подпочвенных малопродуктивных горизонтов, ухудшение водно-физических и агрохимических свойств почв, нежелательное изменение водно-воздушного, теплового и солевого режимов земель, развитие эрозионных процессов.

В целях сохранения плодородия почв предусматривают: срезку гумусового слоя при устройстве каналов, в основании плотин, дамб и дорог с перемещением его во временные отвалы, располагаемые вне пределов постоянных сооружений, с дальнейшим использованием для рекультивации земель;

складирование с последующей передачей излишков плодородного почвенного слоя сельскохозяйственным организациям для восстановления нарушенных земель;

восстановление почвенного плодородия, нарушенного в процессе строительства, путем проведения мероприятий по первичному окультуриванию почв.

Наиболее детально разработана система мероприятий по рациональному использованию и охране торфяных почв и торфяников. Она предусматривает создание компенсированного баланса органического вещества, защиту торфяников от пожаров, регламентацию использования торфяников разной мощности под сельскохозяйственные культуры, рекомендации под севообороты, противоэрозионные и дефляционные мероприятия. Так, рекомендуется использовать торфяно-глеевые и торфяные почвы с мощностью горизонта A_t менее 1 м под культурные сенокосы, пастбища и зерновые культуры. Среднемощные торфяники — в зерно-кормовых и овощных севооборотах с преобладанием в них многолетних трав и зерновых культур. Затопливаемые пойменные торфяники — под луга.

В мелиоративных проектах для почв, подверженных эрозии или дефляции, дают характеристику эродированности и податливости их эрозии (в зависимости от стадии проектирования на картах масштабов 1 : 100 000 — 1 : 5 000), намечают комплекс организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических противоэрозионных мероприятий.

Для предотвращения засоления почв на территориях, прилегающих к водохранилищам, крупным обводнительным и оросительным каналам, предусматриваются мероприятия по борьбе с фильтрацией воды и искусственному дренированию земель.

В качестве защиты земель от затопления или подтопления предусматривают обвалование территории с созданием полевых систем или искусственное повышение поверхности земли. Узкие полосы подтопления целесообразно использовать под луга путем подбора трав.

Чтобы избежать процессов накопления в почвах вредных веществ, поступающих с удобрениями (пестициды, дефолианты и т. д.), проекты должны предусматривать соответствующие мероприятия, которые разработаны гидротехниками и мелиораторами (табл. 42).

Орошение черноземов и темно-каштановых почв необходимо выполнять только дождеванием малыми нормами и небольшой интенсивностью.

В пределах объектов мелиорации проводят рекультивацию земель, использовавшихся при добыче торфа, нерудных и других ископаемых.

Охрана вод в проектах мелиорации. Для охраны водных ресурсов от загрязнения и истощения устраивают водоохранные зоны и полосы, обеспечивают нормативные требования к качеству сбросных вод в устьевых частях магистральных, сбросных и разгрузочных каналов, для чего назначают комплекс агротехнических, организационных и гидротехнических мероприятий.

Прибрежная водоохранная зона может включать в себя пойму, надпойменные террасы, склоны коренных берегов, а также балки и овраги, расположенные в ее пределах. Все виды хозяйственной деятельности в пределах водоохранных зон должны быть строго регламентированы и производиться по согласованию с местными органами власти. В пределах прибрежной водоохранной зоны выделяется берегозащитная полоса, в которой осуществляется комплекс мероприятий, направленных на защиту берегов от разрушений, задержание твердого стока и загрязняющих веществ. Ширину берегозащитных полос определяют в зависимости от местных условий, но не менее 15 м от уреза.

Запрещается регулирование водного режима объектов, находящихся на территории государственных заповедников и вблизи их границ, а также в верховьях рек, протекающих через заповедники.

В проектах строительства мелиоративных систем должны быть учтены или разработаны следующие мероприятия:

при регулировании русел следует избегать длинных прямых участков и максимально приспособляться к естественному состоянию русла;

вблизи городов и населенных пунктов создание условий для удовлетворения рекреационных потребностей населения в водных объектах;

создание условий для обитания и воспроизводства промысловых, а также особо охраняемых видов растений и животных; устройство водоохранных зон.

Причины, способствующие накоплению токсичных веществ в почвах при освоении земель и эксплуатации мелиоративных систем

Мелиоративное мероприятие	Вид работы	Проявление процессов накопления	Последствие накопившихся вредных веществ	Меры предупреждения процессов накопления
Освоение мелиорируемых земель с помощью химических средств	химические средства, применяемые при сводке древней кустарниковой растительности	аккумуляция вредных веществ в почвах и грунтах, изменение концентрации солей в почвенно-грунтовых водах	непосредственное влияние на животный и растительный мир, на химический состав дренажных вод	применение химических веществ в исключительных случаях
Первичное окультуривание земель	известкование и гипсование почв, применение минеральных удобрений и других химических веществ	образование пятен без растительности на местах складирования химических веществ, застаивание концентрированных вод в пониженных элементах рельефа	выпадение из оборота на длительный срок части используемых земель, изменение в росте и развитии растений, а также снижение урожайности и их соотношений, снижение культуры при неправильном хранении и применении химических веществ	запрещение складирования удобрений и других химических веществ вне специальных площадок; правильный подбор доз и видов удобрений и их соотношений, своевременное применение
Эксплуатация мелиоративных систем, находящихся в особо сложных условиях	использование сточных вод с недопустимыми концентрациями химических веществ	аккумуляция биогенных веществ (загрязнение)	пестрота поля по состоянию растений, срокам их созревания, времени уборки и качеству урожая	строгое выполнение проектных решений с одновременным постоянным контролем за качеством сточных вод и состоянием почв
	использование для промывок и орошения вод с недопустимым катионным составом	накопление в почвенном поглощающем комплексе катионов натрия и магния, увеличение щелочности почв (осолощение)	пестрота поля по состоянию растений, срокам созревания, времени уборки и величине урожая, ухудшение водно-физических и химических свойств почв	строгое выполнение проектных решений с одновременным постоянным контролем за катионным составом промывных или поливных вод, изучение почвенного поглощающего комплекса

Уникальные озера необходимо оставлять в естественном состоянии как памятники природы, осуществлять мероприятия по сохранению их естественного режима. В проектах мелиораций предусматриваются меры по предупреждению зарастания водоемов, которые включают в себя подготовку ложа водохранилища (лесосводка и лесочистка), предотвращение поступления в водоемы неочищенных сточных вод, ядохимикатов и удобрений.

Влияние мелиоративных систем на качество вод оценивают по следующим показателям: NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^- , K^+ , Ca_2^+ ; Mo_2^+ , Na_2^+ , Fe_2^+ , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Fe_3^+ , пестициды, гербициды, а также кислотность рН, растворенный кислород O_2 , БПК₂₀, бихроматная и перманганатная окисляемость, гуминовые вещества, органические азот и фосфор, CO_2 , NH_3 . Оцениваются физические свойства воды; цвет, запах, температура, прозрачность и концентрация взвешенных веществ. Основными расчетными периодами для оценки качества вод являются: спад весеннего половодья, период летне-осенних дождевых паводков, летняя межень.

Для предотвращения загрязнения водоприемников мелиоративных систем предусматривают агротехнические, гидротехнические и организационные мероприятия. Очень важен выбор оптимальных сроков и способов внесения органических и минеральных удобрений, соответствующих потребностям растений под планируемый урожай; отказ от внесения удобрений по снежному покрову и в весенний период до оттаивания почвы; применение гранулометрированных форм удобрений; применение пестицидов только кратковременного действия, обладающих селективностью и отсутствием кумулятивных свойств; широкое использование биологических и других нехимических средств борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

В состав гидротехнических мероприятий входит устройство постоянных и временных отстойников в устьевых частях каналов для перехвата наносов, поступающих в открытую сеть, аэрирование вод путем установки разбрызгивателей на сточковых коллекторах и перегораживающих сооружениях для перевода токсичного закисного железа в окисные формы и далее в осадок; устройство биологических каналов, занятых водной растительностью, для интенсификации процессов самоочистки вод от биогенных элементов и патогенной микрофлоры; проектирование замкнутых водооборотных мелиоративных систем, особенно при наличии земледельческих полей орошения.

Главнейшими организационными мероприятиями являются: обеспечение выполнения всех требований к охране от загрязнения природных вод на стадиях схемы. ТЭО, технического проекта, авторского надзора при реализации проекта и при эксплуатации мелиоративных систем; организация природно-мелиоративного мониторинга.

Охрана воздушной среды. Изменение качества воздушных масс в приземном слое воздуха связано в основном с выдува-

нием и транспортировкой почвенных частиц, солей, продуктов пожара на торфяниках и т. д. Основными методами борьбы с загрязнением воздуха над мелиорированными объектами являются: снижение скорости ветра путем посадки лесных полос; содержание верхнего слоя почвы в условиях повышенной влажности; возделывание сельскохозяйственных культур, способствующих закреплению почвы; уменьшение содержания выхлопных газов от работающих машин; организация противопожарных мер на осушаемых торфяниках; применение почвозащитных севооборотов; у дорог создают лесополосы непродуваемой конструкции, вдоль каналов — ажурной, продуваемой или ажурно-продуваемой.

Для предупреждения запыления воздуха дефляцией от песчаных гряд на болотных массивах высокие (более метра) гряды покрывают лесом, а невысокие выравнивают.

Очищенные сточные воды, используемые для орошения, не должны содержать вредные летучие вещества, патогенные микроорганизмы и яйца гельминтов. Наиболее рациональным в санитарном отношении способом полива очищенными сточными водами является подпочвенное орошение. При использовании на орошение жидкого навоза допустимо применение дождевальных машин на площадях, удаленных от населенных пунктов и шоссе дорог соответственно на 100 и 200 м.

Охрана растительности, почвенного покрова, животного мира и ландшафтов. На территориях сосредоточения редких и исчезающих видов растений, ценных технических и «лекарственных» биоценозов обеспечивается сохранение природного комплекса инженерными мероприятиями или созданием заповедных территорий.

На этапе проектирования производят оценку возможного снижения или подъема уровня грунтовых вод на прилегающих к мелиоративным системам территориях и дается прогноз изменения ландшафтов (растительности, свойств почв и т. д.). Верховые болота с естественными клюквенниками и ягодниками не подлежат осушению. При расположении таких болот в зоне влияния мелиоративных систем обеспечивают их дополнительное обводнение.

Во избежание остепнения пойменных лугов и снижения продуктивности сельскохозяйственных угодий в нижних бьефах гидроузлов предусматривают в период их эксплуатации выпуски воды.

При проектировании мелиоративных систем на объектах, где имеются места гнездования, откорма, зимовки водоплавающих (в случае незамерзания водоемов), оставляют в естественном состоянии малопригодные для сельского хозяйства участки в качестве резервантов. Если в границах мелиоративного объекта оказываются места традиционного пребывания водоплавающих и болотных птиц, то в схемах и ТЭО мелиорации рассматривают вопрос о создании заповедников. В местах массового по-

селения бобров, ондатры и нутрии предусматриваются мероприятия по улучшению условий их обитания, включая сохранение и посадку в защитных лесных полосах ивы, осины, ольхи и других пород. Массивы с наличием поселений выхухоли и других животных, занесенных в «Красную книгу», мелиорации не подлежат.

При проектировании линейных сооружений (каналов, дорог и т. д.) учитывают пути миграции животных, а в случае необходимости предусматривают специальные переходы. Однако при создании водохранилищ в Сибири и на Дальнем Востоке, где эта проблема наиболее актуальна, она часто не имеет положительного решения (например, проект Гилуйской ГЭС).

В местах обитания животных и птиц нельзя применять химический способ уничтожения древесной и кустарниковой растительности.

При проектировании мелиоративных систем предусматривают: рыбозащитные мероприятия по охране среды обитания рыб, выделению рыбоохранных зон, сохранению путей нерестовых, зимовальных и кормовых миграций рыб, для чего возводятся рыбопропускные сооружения и рыбоотводные каналы; мероприятия, предотвращающие попадание молоди рыб в зону влияния водозаборных сооружений и компенсирующие ущерб, нанесенный рыбному хозяйству в результате строительства и эксплуатации мелиоративных систем.

В проектах следует предусматривать не только рыбохозяйственные мероприятия в порядке возмещения ущерба, но и в том случае, когда имеется возможность и экономическая целесообразность, создавать на территории мелиоративной системы водоемы для рыборазведения.

В целом проектирование мелиоративных систем входит в систему территориального проектирования, которое характеризуется различными иерархическими условиями. Мелиоративные проекты в наибольшей степени связаны со схемами развития и размещения производительных сил по суверенным государствам, краям и областям; а также со схемами районной планировки и проектами землеустройства. Обязательным компонентом этих проектных материалов должны быть территориальные комплексные схемы охраны природы (ТерКСОП) — документы, специализированные на углубленной проработке вопросов природоохранного планирования и проектирования.

ТерКСОП — самостоятельный документ, но основные его принципы и положения должны учитываться и быть конкретизированы при проектировании мелиоративных систем. Б. С. Масловым и И. В. Минаевым разработаны принципы проектирования мелиоративных систем с комплексом природоохранных мероприятий. Во многом они базируются на концепциях геотехнической системы и агроландшафта. В Академии сельскохозяйственных наук разработаны и опубликованы рекомендации и инструкции по обоснованию природоохранных схем систем зем-

леделия на ландшафтной основе¹. На Украине эти разработки вылились в составление «Методических рекомендаций по ландшафтному исследованию для целей контурно-мелиоративной организации территории колхозов и совхозов».

При мелиоративном строительстве должны сохраняться памятники природы, различные природные и архитектурные объекты, имеющие большое научное значение, а также памятники истории, архитектуры и культуры. Мероприятия по повышению эстетической привлекательности ландшафтов направляются по пути усиления существующих или формирования дополнительных признаков их эстетического облика.

При проектировании мелиоративных объектов предусматривают выделение рекреационных зон, мероприятия по водообеспечению территорий с учетом требований рекреации, мелиорацию стихийно существующих рекреационных зон и т. д.

IX.3. ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТОВ МЕЛИОРАЦИЙ ЛАНДШАФТОВ

Эколого-географическая экспертиза — это вид научно-практической, оценочной деятельности специалистов, организуемой и осуществляемой по поручению государственных органов управления, ведомств, отдельных предприятий, а также по инициативе общественности для обоснования принимаемых решений при формировании и реализации природоохранной и экологической политики, связанной с различными видами хозяйственной деятельности. Главная цель ЭГЭ — установить на заданные сроки соответствие ТЭО, проектов, схем размещения производительных сил, новых технологий нормативным требованиям охраны природной среды.

В ЭГЭ как общественно-научном институте можно выделить три составные части. 1. Методология вместе с нормативными документами, регламентирующими проектирование и процедуру проведения экспертиз. 2. Географический и экологический банк данных о воздействии существующих инженерно-технических объектов на ландшафты. 3. Оценка воздействий.

Суперпринцип ЭГЭ и проектирования — соответствие геоэкологических принципов и норм проектирования современным требованиям ЭГЭ, которые базируются на нормативах состояния качества природной среды. Геоэкологические принципы — это указания и рекомендации, ориентирующие проектные организации на действия, признанные обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и оптимальное средообразование.

¹ Предварительные требования к проектированию в УССР территориальной структуры почвозащитно-устроенного агроландшафта... Харьков, 1988; Рекомендации к ландшафтному обоснованию природоохранных систем земледелия. М., 1990; Методические указания по ландшафтному исследованию для сельскохозяйственных целей. М., 1990.

Реализация на практике принципов возможна, если руководствоваться инструкцией «Разработка раздела «Охрана природы» в составе предпроектной документации мелиорации земель» к СНиП 2.06.03—85 «Мелиоративные системы и сооружения». В процессе проектирования мелиоративных систем должны быть выявлены проблемные ситуации, которые нацеливают проектировщиков и экспертов на решение главных региональных и локальных географических проблем. Проблемные ситуации — это множество нередко трудно совместимых эколого-географических, инженерно-технологических, социально-экологических и эстетических задач, решение которых осложнено, во-первых, из-за наличия в регионе многоотраслевых предприятий или путей развития разных природопользователей, предъявляющих противоположные требования к природным условиям и ресурсам; во-вторых, из-за суммирования односторонне действующих негативных для природной среды естественных и антропогенных тенденций развития.

Для Мещерской низменности — полигона стационарных исследований географического факультета МГУ по изучению влияния мелиорации на ландшафт — сущность проблемной ситуации заключается в наличии глубоких противоречий между тремя видами природопользования: сельскохозяйственным, базирующимся на мелиорации; лесохозяйственным и рекреационным с созданием Государственного национального парка.

Укажем на три важных методологических подхода к экспертизе проектов, которые должны быть отражены и в самом проекте.

Комплексный подход. В бывшем СССР господствовал отраслевой характер планирования и размещения народнохозяйственных объектов. Это отразилось на содержании проектов: покомпонентном, а не комплексном рассмотрении в них природных условий и ресурсов, а также проблем охраны природы, что необходимо, но недостаточно.

Исходя главным образом из природоохранной цели, которая имеет глубокие социальные и даже нравственные корни, комплексную основу эколого-географических экспертиз составляет выявление территориально-отраслевых противоречий во взаимодействии размещаемых объектов и окружающей природной среды. Поэтому эксперты должны оценивать, во-первых, комплекс не только природно-экологических, но и социально-экологических, демографических, правовых, политических и психологических вопросов. Во-вторых, совокупность природных компонентов — геолого-геоморфологические условия, воздушные и водные массы, растительный и животный мир, почвы — должна рассматриваться не как их сумма (с чем чаще всего приходится сталкиваться в проектах), а как взаимосвязь и взаимообусловленность развития этих компонентов в форме природно-территориальных комплексов и их пространственных сочетаний (ландшафтов). Только таким путем можно определить причин-

но-следственные связи между компонентами природной среды, вероятность их изменения и последующего влияния на социально-экономические условия. В первую очередь, социально-экономические условия связаны с природной средой, негативное состояние которой выливается в политические протесты.

Одной из гарантий надежности проектирования и реализации комплексного подхода выступает проектирование геотехнической системы как части природно-хозяйственной, а не простое вписывание техники в «аморфную» природную среду.

Региональный подход к экспертизе подразумевает учет местных природных, социальных и экономических особенностей территории не только в границах конкретных объектов, но и окружающего фона. Регионально-фоновая часть экспертизы, охватывая значительные территории, помогает выявить устойчивые тенденции развития природы и хозяйства. Среди преимуществ широкого регионального подхода — возможность рассмотрения вариантных и альтернативных решений размещения объектов по различным оптимизационным критериям.

Местные условия учитываются при использовании ландшафтного подхода, который сопрягается с региональным. Его сущность рассмотрена выше. Положение о государственной экспертизе предусматривает в составе проектов данных о будущем состоянии природных ландшафтов на заданные сроки, причем как прогноз естественных тенденций развития природы, так и ее изменения в связи с деятельностью человека и использованием территории.

Важным методологическим принципом проектирования и проведения экспертизы выступает учет исторической окультуренности территории. В частности, при проектировании осушительных систем в Нечерноземной зоне, при выборе альтернативных вариантов водной мелиорации, химической и агролесомелиорации следует иметь в виду, что решающим фактором эффективности сельскохозяйственного производства является историческая окультуренность пашни и сенокосов. Окупаемость внесения минеральных удобрений на окультуренных землях в 1,5 раза выше, чем на вновь осваиваемых.

Организационные вопросы проведения эколого-географических экспертиз. Основные рабочие «единицы» экспертизы — экспертная подкомиссия и рабочие группы внутри ее. Примерное число и специализация рабочих групп для рассмотрения проектов осушения земель таково:

- 1) развитие и размещение производительных сил региона;
- 2) гидрология, гидрогеология и водное хозяйство;
- 3) современные ландшафты и их прогноз в результате осушения территории; изменения в животном мире, генофонде, рыбном хозяйстве (в случае, если такое имеется); мелиорация и лесное хозяйство;
- 4) ареология, национальные парки, заповедники, социальные, в том числе санитарно-гигиенические вопросы;

5) социально-экономическая оценка проекта; компенсационные мероприятия за ущерб от негативных последствий.

В составе экспертизы обязательно участие специалистов разных отраслей науки и хозяйства — экономистов, биологов, географов, социологов, демографов, медиков-гигиенистов, землеустроителей, градостроителей, архитекторов и юристов. Общая численность экспертов в подкомиссии в зависимости от масштаба проекта и его экологической сложности может изменяться от 15—20 до 50—80 человек.

В последнее время все большее значение приобретает общественная экологическая экспертиза двух типов. Во-первых, общественная экспертиза стихийно организовавшихся разных социальных слоев населения, проживающих преимущественно в одном регионе. Эти люди хорошо знают местную природу, социальную обстановку и испытывают на себе негативное влияние хозяйственной деятельности. Однако в большинстве своем, не будучи специалистами географами и экологами, эксперты такого рода, хотя и приносят пользу, но в то же время осложняют взаимоотношения экспертов-профессионалов с проектировщиками.

Другой вид экспертизы представляется комитетами общественной экспертизы России и ряда суверенных государств — членов СНГ. В состав комитетов входят специалисты разных отраслей науки и практики. Однако результаты их экспертизы имеют лишь рекомендательный характер.

Система оценивания — методическое ядро экспертизы. Эколого-географическая экспертиза — это оценка различных сторон проекта мелиорации, схемы развития региона, природоохраняемых мероприятий, компенсационных мероприятий по возмещению возможных потерь по различным экологическим и географическим критериям. За последние годы (1985—1994) вопросами эколого-географических оценок занимались практически все ведущие организации России: Институт географии РАН (Т. Д. Александрова, Н. Я. Лебедева, В. С. Преображенский, Т. Г. Рунова), географический факультет МГУ (Т. В. Звонкова, А. В. Дончева, К. Н. Дьяконов, В. И. Кружалин, Ю. Г. Симонов), факультет географии и геоэкологии Санкт-Петербургского университета (П. П. Арапов, А. Г. Исаченко, Ю. П. Селиверстов, С. Б. Лавров, В. Г. Морачевский), Институт эволюционной морфологии и экологии животных РАН (Ю. Г. Пузаченко), Институт охраны природы и заповедного дела Минприроды РФ (В. В. Снакин, В. Е. Мельченко, В. А. Красилов) и др.

Исходными понятиями эколого-географической оценки и одновременно начальным этапом действия (деятельности) выступает нормирование и параметризация состояния природно-территориальных комплексов. Среди многочисленных определений понятия «норма», обзор которых дан Т. Д. Александровой и М. П. Крыловым (1990), наиболее конструктивным является:

«Норма — это узаконенное установление, признанный обязательный порядок... установленная мера, средняя величина» (СЭС, с. 913, 1990). Другое определение дано Ю. Г. Пузаченко: «Нормальным в природе является все то, что устойчиво во времени и способно поддерживать и воспроизводить свое строение, вещественно-энергетическую емкость и функции. Представление о «норме» отдельных компонентов природы и их свойств отображено на всех тематических географических картах восстановленной природы. Понятия типа леса, растительности, почв и вообще любое типологическое или классификационное название объекта природы, всегда связано с определенными, наиболее характерными, соответственно наиболее вероятными количественными значениями характеристик объекта — их параметрами.

«Норма» с позиций ландшафтоведения — это взаимообусловленная совокупность пространственно-временных состояний ПТК в относительно однородных гидротермических и геолого-геоморфологических условиях. «Норма» должна задаваться по входным и выходным структурным (отражающим разнообразие ландшафта) и функциональным характеристикам. Идеальной экологической системой, по Ю. Г. Пузаченко, принимается такая, которая накапливает максимальную биомассу, обладает наибольшей биологической продукцией, обеспечивающей максимальную замкнутость и скорость кругооборота вещества. Такая экосистема максимально поглощает фотосинтетически активную радиацию, осуществляет эффективный обмен влагой и веществом с атмосферой, поддерживая тем самым стабильность своей среды.

Наиболее существенными принципами нормирования являются: организационно-управленческий. «Нормы» — одна из форм оценочных суждений (хорошо, плохо, нормально), отражающая отношения субъекта (человека, общества) и объекта (ландшафта). Социально-экономический принцип: «нормы» всегда направлены на достижение конкретных целей (здоровье населения, ресурсосбережение и т. д.).

Оценка всегда предполагает соотнесение установленных каких-либо изменений с нормативным состоянием среды обитания человека, инвариантом ландшафта, состоянием хозяйства. Следует выделить пять видов оценивания эколого-географических последствий от создания мелиоративных систем, водохранилищ, производственных объектов: природную, специально-природную, или эколого-географическую, технологическую, экономическую и социальную.

Сущность природной оценки заключается в соотношении и свойствах и процессах при создании мелиоративных систем с теми же процессами и свойствами ПТК — аналогов, расположенных вне зоны влияния. Процессам в геосистемах присущ колебательный характер. ПТК существует в пределах определенного среднего многолетнего диапазона условий. Мерой

естественной изменчивости может выступать среднее квадратическое отклонение того или иного показателя $\sigma_{вр}$. Поэтому соотношение $\Delta P/\sigma_{вр}$, где ΔP — индикатор влияния, позволяет судить о степени изменения процесса (явления). В качестве критерия для природной оценки изменений можно использовать отношение изменения индикатора (параметра) к пространственной изменчивости этого показателя, например между соседними подзонами тайги. Главное в природной оценке то, что данное явление оценивается по тому же явлению, а критерием выступает степень отклонения от σ .

Специальная природная (эколого-географическая) оценка предусматривает сравнение изменений одних показателей ПТК (скорости ветра, глубины залегания почвенных и грунтовых вод, влажности воздуха и т. д.) с изменениями других, для которых первые — внешняя среда (изменение биологической и сельскохозяйственной продуктивности лесов, лугов, пашни, прохождение растениями фенологических фаз и т. д.). В серии методов, позволяющих изучить цепочку воздействие — изменение — последствия, успешно применимы методические приемы геохимии техногенеза, ландшафтной и биологической индикации состояния природной среды, при помощи которых выявляются зоны, подзоны и пояса влияния.

В зарубежном опыте оценки воздействия проектов на окружающую среду широко применяют матричный метод и метод наложения карт. Итак, специальная природная оценка — это оценка одних природных характеристик по отношению к другим.

Третий вид оценивания — технологическая оценка. Она предусматривает рассмотрение возможных изменений свойств и процессов в ПТК с позиций требований различных отраслей хозяйства, производственных технологий и видов деятельности человека (рекреационной, сельскохозяйственного природопользования, гражданского и военного строительства и т. д.). Технологическая оценка чрезвычайно многопланова, и обычно экспертиза изучает наиболее существенные ситуации в конкретном регионе с позиций оценки новых природных условий к существующим и перспективным технологиям.

Многообразие видов технологических оценок часто не позволяет руководствоваться каким-либо одним критерием, а в условиях жесткого лимита времени обычно осуществляется экспертами на уровне качественных показателей, нередко по принципу «хорошо — нейтрально — плохо». Технологическая оценка необходима на стадии ТЭО проектов, на предпроектной стадии, когда производится сопоставление альтернативных вариантов строительства.

Ряд исследователей выделяют в качестве самостоятельного экологический вид оценивания. Экологическая оценка, по Т. Г. Руновой (1986), отражает различные антропогенные изменения в природной среде и природных комплексах как источнике генофонда животного мира и растительности, хранителе

ее эволюции, разнообразия, устойчивости. На наш взгляд, экологический вид оценки частично может быть отнесен: к природной, если речь идет об устойчивости природных систем как таковых (потенциальная устойчивость ландшафта); к технологической, если рассматривать генофонд как потенциальный ресурс биотехнологии, сельскохозяйственного производства; к социальной, если рассматривать изменения среды через призму экологии человека, т. е. изменение среды обитания человека как биологического вида.

Экономическая оценка изменений природных условий и компенсационных мероприятий включают в себя расчет прямого ущерба (или эффекта от улучшения) функционирования мелиоративных систем. Одним из важнейших показателей эффективности или ущерба выступает экономическая (стоимостная) оценка сельскохозяйственной и биологической продукции ландшафтов. Но стоимостная оценка, строго говоря, еще не является достаточной экономической оценкой. Она должна выражать отношение между оцениваемыми объектами (в данном случае измененными свойствами лесов, лугов, пашни, сенокосов в зонах влияния мелиоративных систем) и объектов (отраслю) хозяйства, с позиций которого производится оценка. Экономическая оценка — это соотнесение экономических обобщающих показателей проекта с аналогичными характеристиками для отрасли в целом с оценкой способа достижения аналогичного результата другим путем. Это достигается проведением в рамках эколого-географической экспертизы экспертизы целей, т. е. определения целесообразности проекта и рассмотрения его альтернативных вариантов. Показатели экономической оценки — удельные затраты, сроки окупаемости капитальных вложений и т. д.

При социальной оценке возможных последствий влияния мелиоративных систем возникает потребность конструирования «оптимальной» природной среды или «желаемого» ее состояния. В характеристику социальных условий и их оценку входят санитарно-гигиенические, эстетические и психологические условия. Для ландшафта в целом важнейшими показателями социальных условий выступают: нормы шумового, химического и радиационного загрязнений, для которых разработаны ПДК и ПДВ; обеспечение бытового водопотребления, состояние зеленых насаждений и их площадь на 1 жителя, живописность, разнообразие ландшафта для местных и приезжих людей, благоустройство (наличие автодорог с твердым покрытием, социальная инфраструктура). По большинству из указанных показателей разработаны общие и региональные нормативы и критерии. Отражением степени соответствия реальных условий оптимально-нормативным выступают такие интегральные показатели, как средняя продолжительность жизни в регионе, число болезней, детская и общая смертность.

Наиболее сложными и противоречивыми сторонами оценок

выступают экономическая и социальная. Следует признать, что необходимо создавать мелиоративные системы социального назначения, когда их экономический эффект может быть мал, но они решают проблему медико-географического оздоровления природной среды, например ряд крупных осушительных систем в Белоруссии.

В заключение подчеркнем, что ОВОС и эколого-географическая экспертиза проектов — важнейшее поле деятельности географов, эффективный канал внедрения географических и экологических знаний в практику народного хозяйства. Кондиционный ОВОС должен включать в себя полную информацию о целях проекта, с рассмотрением различных «разумных» альтернатив; обоснованные предложения с учетом ранее принятых решений о социально-экономическом развитии региона; сведения о состоянии окружающей природной среды на территории. Ядро ОВОС составляет характеристика возможных физико-географических и экологических последствий от создания проекта, данные о превентивных мерах по устранению негативных явлений, в том числе с учетом экологического риска. Венчают ОВОС — предложения по организации и проведению геоэкологического мониторинга.

В настоящее время обязательным условием ОВОС являются общественные слушания и обсуждение проектов. Указанные требования соответствуют приказу № 222 от 18.07.1994, подписанному министром охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ В. И. Даниловым-Данильяном и зарегистрированному в Минюсте РФ 22 сентября 1994 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Авакян А. Б., Салтанкин В. П., Шарапов В. А. Водохранилища. Природа мира. М., 1987. 325 с.
- Авакян А. Б., Широков В. М. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. Минск, 1990. 240 с.
- Адаменко В. Н. Мелиоративная микроклиматология. Л., 1979. 184 с.
- Алпатов А. М. Развитие, преобразование и охрана природной среды: проблемы, аспекты. Л., 1983. 240 с.
- Аношко В. С. Мелиоративная география. Минск, 1987. 255 с.
- Вендров С. Л. Проблемы преобразования речных систем СССР. Л., 1979. 207 с.
- Воейков А. И. Снежный покров, его влияние на почву, климат и погоду и способы исследования//Зап. Русского геогр. об-ва по общей географии. Спб., 1889. Т. 18. № 2. 212 с.
- Географические проблемы осушительных мелиораций. М., 1990. 188 с.
- Герасимов И. П. Советская конструктивная география. М., 1976. 208 с.
- Геоэкологические подходы к проектированию природно-технических геосистем. М., 1985. 236 с.
- Глазовский Н. Ф. Аральский кризис. М., 1990. 135 с.
- Докучаев В. В. К вопросу об осушении болот вообще и в частности Полесья//Тр. Спб. общ. естествоисп. Спб., 1874. Т. 6.
- Дубинский Г. П., Бураков В. И. Почвозащитное устройство агроландшафта. Харьков, 1985. 216 с.
- Дьяконов К. Н. Влияние крупных равнинных водохранилищ на леса прибрежной зоны. Л., 1975. 127 с.
- Дьяконов К. Н. Становление и сущность концепции геотехнической системы//Вопросы географии. Сб. 108. М., 1978. С. 54—63.
- Зайдельман Ф. Р. Мелиорация заболоченных почв Нечерноземной зоны РСФСР. М., 1981. 168 с.
- Заславский М. Н. Эрозиоведение. М., 1983. 320 с.
- Исаченко А. Г. Оптимизация природной среды. М., 1980. 264 с.
- Киселев В. Н. Белорусское Полесье: экологические проблемы, мелиоративного освоения. Минск, 1987. 151 с.
- Ковда В. А. Почвенный покров, земледелие и мелиорация//Док. на VII съезде Всес. об-ва почвоведов. Пушкино, 1985. 25 с.
- Константинов А. Р., Струзер Л. Р. Лесные полосы и урожай. Л., 1974. 213 с.
- Ларионов Г. А. Эрозия и дефляция почв. М., 1993. 200 с.
- Малик Л. К. Географические прогнозы последствий гидроэнергетического строительства в Сибири и на Дальнем Востоке. М., 1990. 317 с.
- Маслов Б. С., Минаев И. В. Мелиорация и охрана природы. М., 1985. 271 с.
- Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты. М., 1973. 233 с.
- Михно В. Б. Мелиоративное ландшафтоведение. Воронеж, 1984. 244 с.
- Николаев В. А. Концепция агроландшафта//Вестн. Моск. ун-та. Сер. V. География. 1987. № 2. С. 22—27.
- Олиферов А. Н. Физико-географические основы мелиорации. Симферополь, 1978. 96 с.
- Основы эколого-географической экспертизы. М., 1992.

Панов Е. П., Фиденко Р. А., Ильиных Н. И. Комплексное природно-мелиоративное районирование Нечерноземной зоны РСФСР. Л., 1980. 231 с.

Природа, техника, геотехнические системы. М., 1978. 152 с.

Природно-мелиоративный мониторинг в СССР. М., 1984. 135 с.

Рихтер Г. Д. Районирование снежных мелиораций//Вопросы зимостойкости сельскохозяйственных растений. М., 1960.

Руководство по разработке раздела «Охрана природы» в составе проекта мелиорации земель (ВТР-П-2.3—80). М., 1980. 61 с.

Шабанов В. В. Биоклиматическое обоснование мелиораций. Л., 1973. 166 с.

Швебс Г. И. Теоретические основы эрозиеведения. Киев; Одесса, 1981. 222 с.

Широков В. М. Конструктивная география рек: основы преобразования и природопользования. Минск, 1985. 189 с.

Шульгин А. М. Снежная мелиорация и климат почвы. Л., 1986. 70 с.

Экологические аспекты гидромелиорации//Итоги науки и техники. Сер. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. Т. 23. М., 1989. 224 с.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Авакян А. Б. 153—155, 157—159, 207, 209, 210, 214
Августинович И. К. 22
Аверьянов С. Ф. 17, 24, 128, 196, 199, 202
Авессаломова И. А. 192, 196, 199, 202
Адаменко В. Н. 24, 179, 198
Айдаров И. П. 12
Александрова Т. Д. 240
Алпатыев А. М. 10, 11, 14, 17, 24, 25, 85, 86, 116
Альбенский А. В. 24
Андреев Г. И. 216, 219
Аношко В. С. 4, 5, 7, 18—20, 25, 26, 196, 229
Антипов-Каратаев И. Н. 216
Арапов П. П. 240
Арманд Д. Л. 12, 24
- Бабаев Г. Г. 217
Бараев А. Б. 24
Бабенко А. Б. 80
Баранник Л. П. 78
Бекаревич Е. 72
Берг Л. С. 13
Бишоф Э. А. 199
Борисов П. М. 192
Будыко М. И. 24, 35, 36, 116, 117, 120, 178, 179, 185—187
Брудастов А. Д. 123, 131
Брилевский М. Н. 229, 230
Булатов В. И. 7, 164
Булаво А. Г. 24, 196
Булавиццев В. И. 80
Буйлов В. В. 216
Бураков В. И. 4, 9, 14, 17
Бурцев И. И. 184
Бяллович Ю. П. 24
- Вальвачев А. Н. 20
Вендров С. Л. 7, 36, 153, 157, 207, 209
Вериго С. А. 119, 122
Вернадский В. И. 99
Вильямс В. Р. 12, 24
Владыченский С. А. 149, 207
Воейков А. И. 12, 23, 100, 167, 168, 179, 170
Войтковский К. Ф. 167
- Высоцкий Г. Н. 23, 24, 100
- Герасимов И. П. 7, 164, 193
Глазовский Н. Ф. 24, 99, 115, 163, 215, 218, 219
Горбунов Н. И. 72
Граве Л. М. 72, 218
Григорьев А. А. 216
Гриневецкий В. Т. 18, 26, 196
- Давид Р. Э. 168
Дельвич К. 86
Добровольский Г. В. 17, 207
Дохтуровский В. С. 22
Дончева А. В. 7, 240
Докучаев В. В. 12, 13, 22—24, 100, 101, 168, 193
Дояренко А. Г. 18
Дроздов О. А. 179, 186
Дроздов М. В. 202
Дубинский Г. П. 4, 14, 15, 17, 25, 120
Дьяконов К. Н. 5, 7, 18, 19, 25, 31, 153, 163, 196, 204, 240
Дядюченко В. Н. 184
- Егоров В. В. 24
Ельцов Е. И. 48
Емельянов А. Г. 5, 7, 18, 25, 196, 207
- Зайдельман Ф. Р. 94
Зайцев Г. А. 72, 74, 77
Залиханов М. Ч. 167
Звонкова Т. В. 7, 18, 240
Зворыкин К. В. 17, 18
Золотарев Г. С. 207
Заславский М. Н. 24, 54, 55, 56, 59, 63
- Иванов Н. Н. 116, 117, 121
Ивицкий А. И. 131
Измаильский А. А. 168
Израэль Ю. А. 19, 178, 193
Исасев А. А. 189
Исаченко А. Г. 10, 12, 15, 17, 240
Ишанкулов М. М. 219
- Калмыков С. Г. 199

- Кац Д. М. 24
 Каштанов А. Н. 24
 Калинин Г. П. 157
 Кедров Б. М. 20
 Керженцев А. С. 18
 Киселев В. Н. 196, 229
 Ким 204
 Ковда В. А. 12, 18, 24, 25, 163, 216, 219
 Козменко А. С. 24
 Колесников Б. П. 73
 Константинов А. Р. 111, 120
 Колосков П. И. 24, 35, 116, 180
 Копанев И. Д. 168
 Костяков А. Н. 12, 18, 23, 24, 26, 137, 152
 Красилов В. А. 18, 240
 Кренке А. Н. 187, 188
 Кружалин В. И. 240
 Крылов М. П. 240
 Кулаковская Т. Н. 83, 87
 Кудеяров А. Ю. 87
 Кунин В. Н. 25
 Кучерявый П. П. 17
 Кунцын Л. Ф. 7
- Лазарев И. В. 72
 Ларин И. В. 24
 Лавров С. Б. 240
 Ларионов Г. А. 54—56, 59, 62
 Лебедева Н. Я. 240
 Левшин В. 21
 Лемешев М. Я. 164, 215
 Либих Ю. 31
 Липатов В. Б. 216
 Лопырев М. И. 9
 Ломоносов М. В. 21
 Лосев К. С. 167
 Лукьянец А. И. 74
 Львович М. И. 37
 Ляхин Ю. И. 99
- Мандер Ю. Э. 229, 230
 Макунина А. А. 19
 Маккавеев Н. И. 54
 Малик Л. К. 207, 210
 Матарзин Ю. М. 207, 209
 Мантуленко И. Ф. 93
 Матрусов Н. Д. 163
 Маринич А. М. 9
 Маслов Б. С. 8, 12, 17, 18, 24, 82, 139, 196, 198, 225, 230, 236
 Монсеев Н. Н. 20
 Мезенцев В. С. 29, 120
 Мельченко В. Е. 240
 Миросердов Н. И. 113
 Мешечко Е. Н. 203
 Минашина Н. Г. 24, 163, 217
 Мильков Ф. Н. 15, 73
 Минаев И. В. 230, 236
 Миркин С. Л. 120
 Михалева А. Е. 18
- Михно В. Б. 4, 5, 11, 25, 26
 Морачевский В. Г. 240
 Морозов Г. Ф. 23, 24, 100
 Моторина Л. В. 72, 73, 74
 Мягков С. М. 167
- Николаев В. А. 9, 10
 Николаев Н. Н. 214
 Николаев С. А. 216
 Никольский Ю. Н. 12, 93
 Новиков М. С. 197
- Оболенский В. Н. 184
 Овчинников 72, 81
 Олиферов А. Н. 4
 Очагов Д. М. 196, 205
- Панов Е. П. 77, 79, 196, 221, 230
 Павлов М. 21
 Парфенов В. И. 204
 Пашканг К. В. 15
 Петин В. С. 8, 93, 94
 Петербургский А. В. 83, 86, 87
 Печеркин И. А. 209
 Подольский Е. М. 163
 Покровский С. Г. 17, 165, 224, 225
 Преображенский В. С. 7, 14, 18, 240
 Прянишников Д. Н. 82
 Пузаченко Ю. Г. 31, 240, 241
 Писарьков Х. А. 131
- Разумова Л. А. 118, 122
 Ракита С. А. 18
 Ралько Д. 163
 Раменский С. Г. 13, 14, 24, 204
 Ревякин В. С. 167
 Ревут В. 183
 Реймерс Н. Ф. 99
 Ретеюм А. Ю. 7, 163, 207
 Рيمان 15
 Розанов Б. Г. 216, 219
 Розов С. Ю. 216
 Рихтер Г. Д. 168, 169, 171
 Рунова Т. Г. 18, 240, 242
- Сабо Е. Д. 24
 Саваренский Ф. П. 207
 Салтанкин В. 159
 Самарский 20
 Сапожников Н. А. 82
 Селиверстов Ю. П. 18, 240
 Селянинов Г. Т. 35, 116, 117
 Сельверстов С. И. 61
 Симонов Ю. Г. 19, 240
 Скоропанов С. Г. 24
 Скопина Р. П. 77, 79
 Снакин В. В. 240
 Соболев С. С. 59, 60
 Соколов А. А. 36
 Сомова В. И. 169, 170
 Сочава В. Б. 13, 15
 Станкевич В. С. 139

Стариков Х. Н. 139
Стародубцев В. М. 207
Струзер Л. Р. 111
Сперанская Е. С. 204
Сукачев В. Н. 13, 23
Сумрач Г. П. 102
Сытник К. М. 89

Танфильев Г. И. 18
Татищев В. Н. 21
Трещевский И. В. 78
Трофимов А. М. 19
Трошкина Е. С. 167
Тушинский Г. К. 167

Уишмейер 55
Усков А. И. 8, 92

Федоров Е. К. 179, 184, 192
Федотов В. И. 73—76
Федосеева Т. П. 72, 74
Фортунатов М. А. 153

Хильми Г. Ф. 7

Циприс 183

Чазов Б. А. 25

Чанов Р. С. 54
Чижевский А. Л. 36
Черненко В. Я. 139
Чупахин В. М. 225

Шабанов В. И. 8, 12, 24
Шатилов И. С. 8
Шашко Д. И. 35, 116, 180
Шаманаев 202
Швебс Г. И. 7, 8, 14, 25, 56
Шарапов В. А. 153, 155, 157, 159,
209, 210
Шебеко В. Ф. 24, 196
Шелфорд 31
Широков В. М. 19, 207, 209, 214
Шищенко П. Г. 7, 18, 19, 25, 26
Шестаков В. М. 24
Шкалик В. 15
Шульгин А. М. 3, 5, 12, 17, 18, 24,
25, 26, 82, 168—170, 180, 189
Шумаков Б. Б. 8

Эдельштейн К. К. 153
Энгельман Г. 21

Юрина Н. П. 163

Яковлева В. Б. 158
Яншин А. Л. 163

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Агроклиматические ресурсы 34
Агроландшафт 9
Агроландшафта концепция 9
- Биологические законы растениеводства 30
— незаменимости различных факторов жизни 30
— неравноценности факторов 30
— минимума Ю. Либиха 31
— оптимума (совокупного действия факторов) 31
— толерантности В. Шелфорда 31
— плодосмена (севооборотов) 31
— критических периодов в жизни растений 31
— фотопериодической реакции 31
- Водные ресурсы 36
Водный баланс 37
Водная мелиорация 115
Влияние мелиорации на ландшафты 198
Водопримечники 136
Водооборотная система 141
Водохранилища 153
— классификация 153—154
— нормальный подпорный уровень 155
— гидрологические зоны водохранилищ 156
— влияние водохранилищ на природную среду 207
— назначение водохранилищ 157
— санитарный минимальный уровень 156
— уровень мертвого объема 155
— уровень навигационной сработки 156
— форсированный подпорный уровень 156
Географическая концепция геотехнических систем 7
- Геотехническая система 7
Гидротермические коэффициенты 35
Гидротехническая система 225
- Дефляция 55
Дефляционность почв 54
- Евтрофирование 96
- Земельная мелиорация 30
Земельный фонд 32
Заболачивание 123
- Историко-генетический принцип 14
- Квантитативной компенсации закон 36
Классификация мелиораций 26
Кольматаж 138
Климатические мелиорации 178
— активные воздействия на облачные системы 184
— борьба с градобитием 184
— непреднамеренные изменения климата 178, 176
— мульчирование 183
— парниковый эффект 187
— способы и приемы климатических мелиораций 181
— эффективность мелиорации климата 189

- Комплексное природно-мелиоративное районирование 221
- Культуртехнические мелиорации 44
 - географические основы 38
 - заkochаренность 40
 - закустаренность 40
 - завалуненность и каменность 38
 - контурность почвенного покрова 41
 - контурность угодий (мелкоконтурность) 38
 - культуртехническая неустроенность 39, 42
 - ландшафтоведение мелиоративное 11

- Мелиоративная география 6
- Мелиоративная неустроенность 7
- Мелиоративный мониторинг 193
- Мелиоративно-географическое прогнозирование 19
 - географических аналогий 19
 - ландшафтно-генетических рядов 20
 - имитационного моделирования 20
- Мелиорация сельскохозяйственная 30
- Мелиоративно-географическая система 15
- Мелиоративно-географический комплекс 11, 15
- Методы мелиоративной географии 15
- Метод мелиоративно-географического мониторинга 19
- Метод гидротермических коэффициентов 116

- Оросительная мелиорация 142
 - аэрозольное (мелкодисперсное) дождевание 150
 - гидромодуль 152
 - виды и способы 145
 - норма полива 151, 152
 - норма орошения 151
 - орошение дождеванием 149
 - лиманное орошение 144, 146
 - подпочвенное орошение 148
 - режим орошения 150, 151
 - социальная оценка 165
 - способы полива 145, 146
 - специальные виды орошения 142
 - строение оросительной системы 142
 - физико-географические последствия 215
 - эффективность водных мелиораций 160
- Осушительные мелиорации 123
 - бессточный дренаж 130
 - вертикальный дренаж 136
 - выборочное бороздование 130
 - донное осушение 137
 - закрытые собиратели (траншейный дренаж) 129
 - кротовый дренаж 133
 - методы осушения 124
 - норма осушения 127
 - осушительно-увлажнительный вертикальный дренаж 137
 - польдерное осушение 138
 - систематическое бороздование 130
 - техника и способы осушения 123
 - типы водного питания 123
 - узкозагонная вспашка 130
 - целевой дренаж 133
 - элементы осушительной системы 125
 - осушительно-увлажнительная мелиорация 139
- Охрана вод в проектах 232

Оценка воздействия на окружающую среду 240

Принципы мелиоративной географии 12

- комплексности 12
- геоэкологический 14
- историко-генетический 14
- региональный 13
- экологический 13
- экономической эффективности 13

Природно-мелиоративные системы 11, 15

Программированных урожаев концепция 8

Противоэрозийные мероприятия 62

- агротехнические противоэрозийные мероприятия 62
- гидротехнические 66
- почвозащитные севообороты 65
- мульчирование почв органическими удобрениями 65
- противоэрозийная организация территории 69

Рекультивация ландшафтов 71—72

- биологический этап рекультивации 72, 78
- горнотехнический этап рекультивации 72
- генетические типы техногенных ландшафтов 73
- приемы рекультивации 77
- подготовительный этап к рекультивации 72
- рекультивационное районирование 74
- экономическая эффективность 80

Сели 106

Снежные мелиорации 166

- виды и способы 172
- районирование 169

Фитомелиорация 100

- агролесомелиорация песков, облесение 109, 110
- влияние на природные условия 111
- конструкция лесных полос 103
- противоэрозийные лесные насаждения 102
- способы создания лесных полос 103
- травосеяние 109

Химические мелиорации 82

- агрохимическая разбалансированность 82
- агрохимическая характеристика 82
- баланс азота 85, 86
- баланс калия 88
- баланс фосфора 86
- баланс микроэлементов 88
- гипсование 95
- внесение органических удобрений 92
- дозы внесения минеральных удобрений 93
- известкование 94
- использование сапропеля 97
- кислотование 96
- пестициды 98
- торфование 97
- способы химических мелиораций 92

Экологически допустимое упрощение ландшафтов 229

Эколого-географическая экспертиза проектов 237

Эродированность почв 54

- антропогенная эрозия 58
- смытость почв 60

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
<i>Глава I. Предмет, методология, принципы и история мелиоративной географии</i>	6
I.1. Объект и предмет исследования	6
I.2. Принципы и методы мелиоративной географии	12
I.3. История становления и развития мелиоративной географии	20
I.4. Классификация мелиораций	26
<i>Глава II. Природные и технические основы земельных мелиораций</i>	30
II.1. Биологические законы растениеводства. Земельные, агроклиматические и водные ресурсы сельскохозяйственного производства	30
II.2. Географические основы культуртехнических мелиораций	38
II.3. Культуртехнические мелиорации	44
II.4. Эродированность и дефляционность почв как виды мелиоративной неустроенности природных комплексов	54
II.5. Противоэрозионные мероприятия	62
II.6. Рекультивация ландшафтов	70
<i>Глава III. Химические мелиорации</i>	82
III.1. Обоснование необходимости химических мелиораций	82
III.2. Способы и виды химических мелиораций	91
<i>Глава IV. Фитомелиорация</i>	100
IV.1. Значение и условия проведения фитомелиораций	100
IV.2. Основные способы создания лесных насаждений	103
IV.3. Мелиорация песчаных пространств	106
IV.4. Влияние фитомелиорации на природные условия	111
<i>Глава V. Природные и технические основы водных мелиораций</i>	115
V.1. Значение и потребность водных мелиораций	115
V.2. Техника и способы проведения осушительных мелиораций	123
V.3. Техника и способы проведения осушительно-увлажнительных и оросительных мелиораций	138
V.4. Водохранилища как средство водных мелиораций	153
V.5. Эффективность водных мелиораций	160
<i>Глава VI. Снежные мелиорации</i>	166
VI.1. Значение снежных мелиораций	166
VI.2. Природные условия снежных мелиораций	168
VI.3. Виды и способы снежных мелиораций	172
VI.4. Влияние снежных мелиораций на природные условия	175
<i>Глава VII. Климатические мелиорации</i>	178
VII.1. Значение и предпосылки климатических мелиораций	178
VII.2. Способы и приемы мелиораций климата	181
VII.3. Эффективность мелиораций климата	189
<i>Глава VIII. Влияние мелиораций на окружающую природную среду</i>	193
VIII.1. Общие замечания. Природно-мелиоративный мониторинг	193

VIII.2. Влияние осушительных систем на ландшафты прилегающей территории	196
VIII.3. Влияние водохранилищ на природную среду	207
VIII.4. Физико-географические последствия оросительных мелиораций	215
Глава IX. Обоснование, проектирование и экспертиза проектов мелиоративных систем сельскохозяйственного назначения	221
IX.1. Обоснование в потребности проведения мелиораций	221
IX.2. Природоохранные мероприятия проектов гидротехнических систем	225
IX.3. Эколого-географическая экспертиза проектов мелиораций ландшафтов	237
<i>Литература</i>	<i>245</i>
<i>Именной указатель</i>	<i>247</i>
<i>Предметный указатель</i>	<i>250</i>

Учебное издание

Дьяконов Кирилл Николаевич,
Аношко Валерий Станиславович

МЕЛИОРАТИВНАЯ ГЕОГРАФИЯ

Зав. редакцией *И. И. Щехура*

Редактор *Р. И. Кривило*

Художественный редактор *Л. В. Мухина*

Технический редактор *Н. И. Смирнова*

Корректор *В. А. Ветров*

ИБ № 8154
ЛР № 040414 от 27.03.92

Сдано в набор 20.03.95
Подписано в печать 22.05.95
Формат 60×90/16 Бумага офс. кн.-журн.
Гарнитура литературная Высокая печать
Усл. печ. л. 16,0 Уч.-изд. л. 18,30
Тираж 1000 экз. Заказ 29. Изд. № 5647
Ордена «Знак Почета» издательство Московского университета.
103009, Москва, ул. Герцена, 5/7.
Типография ордена «Знак Почета» изд-ва МГУ.
119899, Москва, Воробьевы горы