

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Вологодский государственный университет

А.С. НОВОСЁЛОВ

**ОСНОВЫ
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

К у р с л е к ц и й

Вологда
2017

УДК 504.062(075.8)

ББК 20.18я73

О-75

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесного хозяйства
Вологодской государственной молочнохозяйственной академии
им. Н.В. Верещагина (ВГМХА) Р.С. Хамитов,

кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой городского
кадастра и геодезии Вологодского государственного университета
А.В. Белый

Утверждено редакционно-издательским советом
в качестве учебного пособия

О-75 Основы природопользования. Курс лекций : учебное пособие /
сост. А.С. Новосёлов ; М-во образ. и науки РФ, Вологод. гос. ун-т. –
Вологда : ВоГУ, 2017. – 64 с. : табл., рис.

Курс лекций подготовлен на кафедре геоэкологии и инженерной геологии в соответствии с рабочей программой, учебным планом по дисциплине «*Основы природопользования*» и требованиями государственного образовательного стандарта высшего образования РФ.

Издание включает краткий конспект к семи темам. Повествование идёт об эколого-географических основах природопользования, классификации природных ресурсов. Приводятся экологическое состояние природно-антропогенных систем и его оценка, оптимизация взаимоотношений общества и природы. В завершении курса раскрыты такие аспекты, как «Рациональное использование природных ресурсов» и «Улучшение свойств природных и природно-антропогенных геосистем».

Пособие предназначено для студентов факультета экологии, обучающихся по направлению бакалавриата **05.03.06 «Экология и природопользование»** очной формы обучения, но также будет полезно обучающимся при подготовке курсовых и выпускных квалификационных работ. Представляет интерес для преподавателей вузов и специалистов по вопросам экологии.

УДК 504.062(075.8)

ББК 20.18я73

© ФГБОУ ВО «Вологодский
государственный университет», 2017
© Новосёлов А. С., составление, 2017

ВВЕДЕНИЕ

Человек, используя необходимые ему природные богатства (ресурсы), одновременно оказывает глубокое, часто негативное воздействие на окружающую среду. В настоящее время при всё возрастающем антропогенном давлении такое воздействие испытывают природные системы различного уровня – от локального до планетарного. В результате человечество вынуждено решать чрезвычайно сложную задачу: как при эффективном использовании природных ресурсов нанести наименьший ущерб самой природе, а также жизни и деятельности населения. Постоянно возрастающая потребность в решении этой задачи привела к возникновению междисциплинарного научного направления (специальной дисциплины), получившего название природопользование.

Основным источником получения необходимых людям материальных благ служат естественные (природные) ресурсы. К ним относятся элементы природы (различные виды веществ и энергии), которые на данном уровне развития производительных сил используются или могут быть использованы для удовлетворения потребностей человеческого общества. В отношении ресурсов природа рассматривается с учетом как интересов производства (земельные, водные ресурсы и прочее), так и условий жизнедеятельности человека (рекреационные, лечебные ресурсы и другие). Предельное количество природных ресурсов, которое человек может использовать без подрыва своего существования и развития, называют **природно-ресурсным потенциалом**.

В последние 100-150 лет в связи с быстрым ростом населения и производительных сил, увеличением потребления естественных ресурсов, освоением новых территорий и техническим прогрессом антропогенное воздействие на природу стало непрерывно нарастать. Этот процесс особенно усилился с середины XX века в эпоху научно-технической революции, когда наука стала ведущим фактором общественного развития.

Значительно возросло прямое и косвенное воздействие на природу, что качественно изменило состояние окружающей среды и вызвало современный экологический кризис. Он выразился в нарушении большей части природно-ресурсного потенциала, резком истощении естественных ресурсов, интенсивном загрязнении многих районов биосферы, серьезном ослаблении способности многих экосистем к самовосстановлению, значительном ухудшении условий жизни и деятельности человека. В последние 30-40 лет отчетливо проявились устойчивые негативные последствия техногенного воздействия на природу, угрожающие существованию всего человечества. В настоящее время общепризнано, что экологическая обстановка на Земле крайне неблагоприятна. Существенно обострилась она и на территории России. Как отмечалось на Второй конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992), человечество вплотную придвинулось к возможности экологической катастрофы. Стало вполне очевидным, что естественные ресурсы ограничены, а их неразумная эксплуатация ведет к необратимым последствиям и разрушительным процессам глобального характера.

Термин «природопользование» и аналогичное понятие предложены в 1958 г. экологом Юрием Николаевичем Куражковским и сразу же были приняты сначала наукой, а затем и практикой. По Ю.Н. Куражковскому, **природопользование** – это комплексная научная дисциплина, исследующая общие принципы рационального (для данного исторического момента) использования природных ресурсов человеческим обществом. Её задачи сводятся к разработке принципов осуществления всякой деятельности, связанной либо с непосредственным пользованием природой и её ресурсами, либо с изменяющими её воздействиями.

Начиная с 70 гг. в литературе после работ Ю.Н. Куражковского предлагались различные трактовки понятия «природопользование». Объем содержания этого понятия колебался от отождествления природопользования со всем процессом обще-

ственного производства до включения конкретных видов деятельности по эксплуатации тех или иных природных ресурсов. Нередко в понятия «природопользование», «охрана природы», «охрана окружающей среды» вкладывался один и тот же смысл. В ряде работ термин «природопользование» применяется к возобновляемым ресурсам биосферы, а вопросы охраны природы противопоставляются вопросам ее использования. На Западе термином «*conservation*», идентичным понятию «охрана окружающей среды», нередко обозначалась вся проблема рационального использования природных ресурсов (в которую, однако, не включались задачи, связанные с добычей полезных ископаемых).

Группа экономистов рассматривает природопользование как целенаправленную общественно-производственную деятельность, задача которой состоит в обеспечении настоящего и будущего поколений людей разнообразными природными ресурсами и окружающей средой определенного качества, в улучшении использования и воспроизводства природных ресурсов, в сохранении равновесия между природой и обществом на основе взаимоувязанных мер по рациональному потреблению и охране природно-ресурсного потенциала.

По Н. Ф. Реймерсу, **природопользование** – это совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению.

Зворыкин выдвинул комплексную географическую гипотезу природопользования. По его мнению, **природопользование** – многоуровневая система разнообразных естественных условий и деятельности коллективов с теми или иными экономическими, экологическими и социальными результатами в зависимости от эффективности управления, квалификации и культуры исполнителей, характера и состояния окружающей среды. Эта система охватывает среду, технологические способы пользования ею и население региона.

Природопользование должно включать следующие формы деятельности:

- овладение естественными ресурсами в целях получения необходимой продукции;
- связывание мест получения энергии и сырья с пунктами их переработки и получения (потребления) продукции;
- сохранение свойств среды, необходимых для жизнедеятельности населения.

В рамках учебной дисциплины **природопользование** рассматривается как двуединое понятие, то есть как междисциплинарное научное направление и одновременно вид практической деятельности человека. В **первом случае** оно понимается как учение об общих принципах и методах использования природных ресурсов и условий, включающих анализ воздействия человека на природу и последствиях этого воздействия для человека. А **во втором** – это деятельность по использованию природно-ресурсного потенциала, включающая мероприятия по его восстановлению и сохранению.

Природопользование как научное направление подразумевает наличие, как объекта пользования, так и субъекта, извлекающего пользу из данного объекта.

Под **объектом** понимается то материальное образование, на которое направлено воздействие человека. По мнению ряда исследователей, в качестве такого образования выступает природная среда – совокупность естественных или незначительно измененных человеком биотических и абиотических условий, определяющих жизнь и деятельность людей. По мере усиления антропогенного воздействия естественные ландшафты и экосистемы трансформируются в природно-антропогенные (агроландшафты, лесохозяйственные комплексы и другие), насыщаемые многочисленными техническими устройствами и сооружениями (плотины, промышленные предприятия, градостроительные объекты и прочее). В результате формируются новые условия обитания людей.

Совокупность естественных, природно-антропогенных и техногенных условий, определяющих жизнедеятельность человека, получила название «**окружающая среда**» (точнее, «окружающая человека среда»). Природная среда выступает одной из

важнейших составляющих этого нового образования. Поэтому именно окружающая среда выступает объектом природопользования как научного направления.

Субъектами, извлекающими пользу из объекта природопользования, служат общество в целом, различные отрасли хозяйства, отдельные предприятия и административные органы. Поскольку антропогенное воздействие на природу часто ведет к негативным последствиям, возникает необходимость в управлении природопользованием и регулировании природных и природно-антропогенных процессов, поэтому управление и регулирование становятся важными элементами деятельности субъекта в процессе использования естественных ресурсов.

Главная *задача природопользования* – поиск и разработка путей оптимизации взаимоотношения общества с окружающей средой в конкретных природных и социально-экономических условиях территории. Они должны способствовать сохранению и воспроизводству благоприятной среды для жизни и деятельности человека, поэтому природопользование тесно связано с проблемой экологической безопасности. Экологически безопасной может считаться такая деятельность человека, которая хотя и приводит к изменениям природного окружения, однако не вызывает в нем коренных структурных и функциональных изменений (то есть сохраняет способность природных систем к самовосстановлению). Это означает, что экологически безопасная деятельность существенно не меняет показатели, характеризующие состояние геосистем вследствие влияния антропогенных факторов.

По мнению многих исследователей, в *содержательном плане понятие «природопользование»* включает представления:

- о воздействии человека на природную среду и оптимизации этого воздействия;
- о научно обоснованном и технологически совершенном использовании природных ресурсов;
- об охране природных комплексов, то есть их защите от техногенных нагрузок в различных формах, вплоть до создания заповедных территорий;
- об изучении свойств и функций природных и природно-антропогенных геосистем;
- об управлении процессом природопользования и состоянием используемых геосистем.

Различают нерациональное и рациональное природопользование.

В первом случае – это одностороннее потребительское отношение к природе, стремление взять у нее как можно больше, не заботясь о возможных негативных последствиях. Оно ведёт к неумеренной, а подчас и хищнической эксплуатации природных ресурсов, что способствует их качественному и количественному истощению, усилению отрицательного воздействия измененной природы на человека, препятствует сохранению и восстановлению природно-ресурсного потенциала.

Рациональное природопользование предполагает максимально полное извлечение из природного ресурса всех полезных продуктов с наименьшим нарушением интегрального ресурсного потенциала и состояния природной среды, необходимой для жизни и поддержания здоровья населения (Н.Ф. Реймерс). Имеется в виду изучение, учёт и оценка природных ресурсов, их разумное освоение, органически соединенное с охраной, восстановлением и преобразованием природных и природно-антропогенных геосистем и экосистем в целях улучшения условий жизнедеятельности человека.

Разработка научных основ рационального природопользования должна исходить из системного анализа природопользования как сферы деятельности и затрагивающей ее во взаимосвязи «население – хозяйство – природа». Поэтому в своем развитии оно должно рассматриваться как связка социально-экономической и природной систем, отражая в своей структуре и территориальной организации особенности её состояния.

Именно рациональное природопользование как сфера научной деятельности призвано разрабатывать принципы и методы оптимизации взаимоотношений общества

и окружающей среды в конкретных природных и социально-экономических условиях территории. По мнению А.Г. Исаченко, цели оптимизации сводятся к сбалансированному соотношению между эксплуатацией, консервацией и улучшением природных ресурсов и условий. Это очень сложная и многогранная задача. Её решение опирается на комплекс различных естественных, технических и социально-экономических дисциплин. Среди них особое место занимают география и экология.

В процессе природопользования тесно соприкасаются и взаимодействуют три категории объектов: природные, технические и социальные. Эти объекты связаны между собой круговоротами вещества и энергии, образуя природно-производственные сочетания, прежде всего регионального и локального уровней. Для их исследования целесообразно применять принцип комплексности, который хорошо разработан в географии. Его сущность состоит в учете комплекса природных и социально-экономических факторов среды, выявлении взаимосвязей между компонентами природно-хозяйственных систем, установлении возможных последствий влияния человека на природу. Изучение взаимосвязей в развитии природных комплексов, хозяйства и населения, а также последствий воздействия антропогенных факторов необходимо для обеспечения средо- и ресурсовоспроизводящих функций природы в нужном для человека направлении при сохранении ее разнообразия и естественной эволюции. Региональный и локальный характер природопользования требует учёта конкретных физико-географических и социально-экономических особенностей территории. Важной задачей становится разработка генеральной схемы комплексного исследования и охраны природных ресурсов региона. Её решение связано с природно-хозяйственным районированием территории для целей рационального природопользования.

«Экологичность» природопользования заключается в необходимости учёта взаимоотношений человеческого общества со средой его обитания. Экология изучает обратные связи в системе «общество-природа» (то есть влияние измененной природы на жизнь и деятельность населения), даёт возможность определить экологическое состояние территории и его антропогенное изменение, а также оценку качества окружающей среды. Учёт этих характеристик – важнейшая предпосылка для успешного решения задач по сохранению и разумному использованию естественных ресурсов, созданию и поддержанию условий, благоприятных для жизни и деятельности людей.

В экологических работах слабо учитываются конкретные физико-географические условия территории и пространственная дифференциация природы, а в географических исследованиях не уделяется должного внимания влиянию измененных ландшафтов на среду обитания человека и экологическим последствиям использования тех или иных видов естественных ресурсов. В связи с этим возникла необходимость интеграции усилий географов и экологов (то есть использования эколого-географического подхода) для более полного и глубокого изучения последствий воздействия человека как на природную среду в целом, так и на отдельные её регионы и локальные территории.

В последние 15-20 лет такое внедрение идёт в рамках геоэкологии (географической экологии) – научного направления, объединяющего географический и экологический подходы для изучения взаимодействия общества и природы. Развитие этого направления связано с решением проблемы взаимодействия общества и природы в условиях конкретных региональных и локальных территориальных и аквальных систем. Геоэкология сочетает био- и антропоцентричность экологического подхода с полицентричностью и территориальностью географических исследований.

Разнообразие природных ресурсов, особенности их использования в различных отраслях общественного производства вызвали необходимость выделения видов и типов природопользования.

Зворыкин разработал классификацию, в которой выделил четыре основных вида природопользования.

➤ Производственное природопользование: сельскохозяйственное, энергообеспечение, водоснабжение, горнопромышленное, лесохозяйственное, охотопромысло-

вое, хранилищно-складское, фабрично-заводское, отходно-отвалочное, строительное, рекультивационное, средоулучшающее, мелиоративное.

➤ **Пространственно-увязывающее природопользование:** транспортно-морское, транспортно-речное и озерное, транспортно-авиационное, энергопередаточное, железнодорожное, автодорожное.

➤ **Коммунальное природопользование:** городское и прочее селитебное, научно-учебное (в природе), культурно-мемориальное, спортивно-оздоровительное, лечебно-курортологическое, рекреационное.

➤ **Средоохранное природопользование:** водоохранное, природоохранное (в отношении видового генофонда растений и животных, редких естественных явлений и объектов), запасное (в отношении всех других видов природопользования).

Перечисленные выше виды природопользования – формы овладения естественными ресурсами природной среды и территориями для всех видов жизнедеятельности населения в относительно доступных экотрудных условиях.

Иной подход представлен **в классификации, разработанной в Институте географии РАН**. Она удобна при анализе состояния природной среды и картографировании природопользования в регионах России. В этой классификации приведена группировка главных видов природопользования, в которой выделены четыре основных вида территориальной структуры:

➤ **Фоновое** природопользование основано на территориально широком использовании естественных ресурсов, угодий, тесно связанных с зональными особенностями природных ландшафтов. К данному виду относятся следующие отрасли ресурсопользования: сельское, лесное, промысловое хозяйства, которые тесно связаны с зональными условиями природной среды. К фоновому относится и традиционное природопользование, то есть тип сложившейся хозяйственной деятельности, основанной на использовании естественных ресурсов (пахотных, пастбищных, охотничьих), как правило, максимально адаптированной к местным условиям природной среды, составляющей основу традиционной культуры и образа жизни населения.

➤ **Крупноочаговое** природопользование характеризуется ареальным, узловым или групповым типом размещения производств, добывающих, использующих и перерабатывающих природные ресурсы, местные ландшафты для которых служат лишь местом функционирования технических сооружений и размещения массовых отходов производства со значительными нарушениями и загрязнением природной среды.

➤ **Очаговое** природопользование связано чаще всего с локальной системой расселения и развития отраслей хозяйства, использующих местные природные ресурсы или технологии, не вызывающие глубоких изменений (в том числе загрязнений) окружающей среды.

➤ **Дисперсное** (или **средоохранное**) природопользование основано на хозяйственной деятельности, которая ориентирована на определенное сочетание природных свойств ландшафтов и максимальное их сохранение. В основном в пределах природных ландшафтов располагаются районы рекреационной деятельности, заповедники, национальные парки и другие охраняемые естественные территории.

1. ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

1.1. Общие представления о природных системах

Природная среда в настоящее время занимает большую часть географической оболочки (биосферы в понимании В. И. Вернадского).

Географическая оболочка – самая крупная природная система в пределах нашей планеты. Она представляет собой область взаимопроникновения и взаимодействия геосфер: литосферы, атмосферы, гидросферы, педосферы, фитосферы и зо-

осферы, которые тесно связаны между собой в процессе обмена веществами и энергией. Одно из важнейших свойств географической оболочки (как и биосферы) – её пространственная дифференциация (то есть разделение на отдельные части в пространстве) в результате неравномерного поступления солнечной радиации на поверхность Земли и геолого-геоморфологических различий поверхностного слоя земной коры. Поэтому географическая оболочка (биосфера) имеет очень сложную пространственную структуру и состоит из множества иерархически соподчиненных природных комплексов более низких рангов – геосистем (согласно представлениям, принятым в географии) и экосистем (согласно представлениям, сложившимся в экологии).

Геосистемы (природные территориальные комплексы, ландшафты) – закономерные сочетания взаимосвязанных биотических и абиотических компонентов, а также соподчиненных комплексов, относительно ограниченные в пространстве и функционирующие как единое целое. Экосистемами называют совокупности живых организмов (в том числе человека) и среды их обитания, которые, взаимодействуя, образуют единое целое. Эти понятия имеют как черты сходства, так и черты различия.

Сходство между геосистемами и экосистемами выражается в общем наборе компонентов природы, тесно взаимосвязанных между собой потоками вещества и энергии. Они представляют собой открытые природные системы, изменяющиеся во времени и пространстве. Среди их компонентов особое место занимают воздух, вода и биота. Последние определяют многие процессы, происходящие в природе (в частности, воспроизводство биологических ресурсов). Они наиболее мобильны и одновременно служат самыми уязвимыми (в отношении антропогенного воздействия) составными частями природных систем.

Различие между геосистемами и экосистемами состоит в направленности изучаемых связей и характере выделения пространственных границ. Экосистемы – это биоцентрические образования, поэтому в них выделяют связи, направленные от факторов среды к главному компоненту – биоте, особое внимание уделяя трофическим (пищевым) цепям. Геосистемы полицентричны, в связи с чем при их изучении компоненты природы рассматриваются как разнозначные, при этом одинаковое внимание уделяется прямым и обратным связям, то есть охватывается более широкий круг связей и отношений. Понятие «экосистема» не ограничено четкими пространственными рамками: оно в равной мере распространяется на каплю воды, болото или биосферу в целом. Понятие «геосистема» (ландшафт, природно-территориальный комплекс) всегда подразумевает пространственные границы, которые выделяются на основе признаков, достаточно хорошо разработанных в географии. Для выделения границ экосистем разных иерархических уровней такие признаки в экологии пока не разработаны.

В процессе пространственной дифференциации географической оболочки (биосферы) формируются природные системы, различающиеся по размерам и сложности. Выделяют три основных уровня размерности этих систем:

➤ **планетарный (глобальный)** – географическая оболочка (биосфера) и её самые крупные части (материки и океаны);

➤ **региональный** – крупные части материков и океанов, разделение которых обусловлено действием зональных и азональных факторов. На суше к ним относятся, например, физико-географические страны, природные зоны, или зоноэкосистемы, ландшафтные области, или мегаэкосистемы, и другое;

➤ **локальный** – небольшие части регионов, обособленные влиянием мезорельефа и гидроклиматических факторов (бассейны небольших рек и озёр, местности, урочища и другое).

В сфере изучения природопользования оказываются прежде всего системы локального и регионального уровней, испытывающие наибольшее антропогенное воздействие и связанные с ним изменения природной среды и условий жизнедеятельности человека. С позиции природопользования, природные системы выполняют две главные функции: 1) жизненную – как среда для жизни и деятельности людей; 2) хозяйственную – как источник природных ресурсов и пространственная основа для эко-

номической активности населения. В связи с этим понятие «экосистема» целесообразнее употреблять в тех случаях, когда основное внимание обращается на охрану и использование биоты и на экологические факторы среды. Понятие «природная геосистема» лучше использовать в тех случаях, когда на первое место ставятся вопросы использования и охраны вод, воздуха, поверхностных слоёв земной коры и ландшафтов в целом. Таким образом, отражая наиболее существенные, хотя и неодинаковые стороны природных систем, оба понятия диалектически дополняют друг друга.

1.2. Свойства, социально-экономические функции и потенциал природных систем

Природные системы – это сложные пространственно-временные образования. Они включают природные компоненты и соподчиненные комплексы более низкого ранга, которые тесно взаимосвязаны между собой. Совокупность наиболее устойчивых (так называемых инвариантных) связей между компонентами и соподчиненными компонентами системами получила название структуры.

Различают пространственную и временную структуры. Первая рассматривается как порядок расположения составных частей природной системы, их соотношение, порядок и характер взаимосвязей между ними по горизонтали и вертикали. Временная структура проявляется в виде сезонных ритмов и многолетней перестройки связей.

С понятием «структура» связаны современные представления о целостности, устойчивости и изменчивости природных систем. **Целостность** – это внутреннее единство системы, обусловленное тесными взаимосвязями между её составными частями. Благодаря взаимосвязям изменение одних компонентов природы неизбежно ведет к изменению других, что в конечном итоге может привести к перестройке всей структуры. У геосистем целостность проявляется в свойствах, не присущих их отдельным компонентам (например, способность продуцировать биомассу), в относительной автономности, наличии объективных естественных границ, в более тесных внутренних связях по сравнению с внешними.

Устойчивость чаще всего рассматривается как свойство природных систем сохранять или восстанавливать свою структуру и функции при воздействии внешних (в том числе антропогенных) факторов. Она характеризует способность систем нормально функционировать в определенном диапазоне физико-географических условий и техногенных нагрузок. В общем плане устойчивость зависит от инвариантных свойств гео- и экокомплексов, их ранга, а также от интенсивности и продолжительности действия внешних факторов. Разные геосистемы, в зависимости от устойчивости, по-разному реагируют на одно и то же воздействие: одни изменяются в большей степени, другие – в меньшей. В то же самое время один и тот же комплекс неодинаково реагирует на разные воздействия: он может мало измениться под влиянием одних факторов и очень сильно – под влиянием других. То есть устойчивость систем приходится рассматривать по отношению к каждому фактору отдельно, что существенно увеличивает число возможных модификаций и усложняет анализ последствий антропогенного воздействия на природу.

Широко используется понятие «**состояние природных систем**». Его можно определить как характеристику важнейших свойств природных систем за определенный более или менее длительный промежуток времени (сезон, год, многолетний период). Выделяют «устойчивое состояние систем», то есть способность их самопроизвольно возвращаться к исходному состоянию, будучи выведенными из него внешними силами. В естественных условиях оно поддерживается за счёт механизма саморегулирования. Но, в настоящее время, когда величина антропогенного воздействия часто превышает порог устойчивости, этот механизм уже не срабатывает, и природные системы переходят в неустойчивое, а нередко и критическое состояние. В последнем случае происходит качественная перестройка систем, которая ведет к смене структуры и резкому изменению реакции на внешнее воздействие.

Изменчивость природных систем рассматривается как способность их под действием внешних и внутренних сил переходить из одного состояния в другое. Среди компонентов природы наиболее подвержены изменению атмосферный воздух и воды, а наиболее устойчивы горные породы и рельеф, промежуточное положение занимают биота и почвы. Изменения могут быть обратимыми и необратимыми. Если природный комплекс после какого-либо внешнего воздействия изменился, но затем за некоторый промежуток времени (приблизительно равный одному-двум поколениям жизни людей) возвратился в исходное (или близкое к нему) состояние, то говорят об *обратимых изменениях*. Последние обычно связаны с нарушениями так называемых вторичных компонентов ландшафта – биоты, почв, водного режима.

Если после вмешательства извне прежнее состояние не восстанавливается, то говорят о *необратимых изменениях*. Необратимые изменения чаще всего проявляются при нарушении «первичных» компонентов ландшафта, особенно его литогенной основы (например, при образовании карьеров или глубоких оврагов).

По глубине трансформации природных систем различают функционирование, динамику и развитие (эволюцию).

Функционирование – это совокупность процессов передачи и превращения вещества и энергии в системе, поддерживающих её в определенном состоянии. В результате этих процессов происходят небольшие количественные изменения свойств компонентов природы, которые обычно имеют ритмичный (суточный, сезонный, межгодовой) характер.

Под **динамикой** понимают направленные изменения природной системы, которые совершаются в рамках её структуры и носят обратимый характер. К ним можно отнести сукцессии экосистем (последовательные смены их биоценозов), восстановительные смены их состояний (например, восстановление биоценозов после вырубок, пожаров, выпаса скота). В процессе динамики наблюдаются более глубокие изменения, чем при функционировании, но они не ведут к перестройке структуры, а лишь подготавливают её.

От динамики отличают **развитие (эволюцию)** – необратимые направленные изменения природной системы, приводящие к коренной перестройке её структуры. Развитие выражается в качественном преобразовании компонентов природы и формировании новых геосистем (ландшафтов), что связано как с внешними воздействиями (природные или антропогенные), так и с внутренними причинами (саморазвитие). В естественных условиях смена структуры идет постепенно (например, зарастание озер, заболачивание лесных биоценозов и другое), но при интенсивном антропогенном воздействии она может ускоряться и нередко приводит к полной деградации исходных ландшафтов.

Изменения природных систем обычно начинаются с изменения одного-двух компонентов, остальные трансформируются благодаря вертикальным и горизонтальным связям, то есть однажды возникшие нарушения служат началом «цепной» реакции в природе.

Вертикальные связи выражаются в обмене веществом и энергией между компонентами геосистемы (воздух, вода, почвы, растительность и прочее). Их анализ необходим для прогноза изменений слабоизученных компонентов на основе хорошо изученных, а также для управления воздействием на один компонент в целях получения положительного эффекта от других.

Горизонтальные связи проявляются в обмене веществом и энергией между соседними геосистемами (более низкого и равного рангов). Их изучение позволяет: а) определить ареал влияния антропогенных объектов на природу, что очень важно для выявления зоны возможного загрязнения окружающей среды; б) проанализировать возможность антропогенного воздействия на один ландшафт для благоприятного изменения другого.

Связи могут быть прямыми (воздействие передается с выхода одной системы на вход другой) и обратными (воздействие передается назад по цепочке связей с вы-

хода системы на вход предыдущей). Обратные связи подразделяют на положительные и отрицательные. При положительной обратной связи выходной импульс усиливает воздействие на входе, что часто нарушает равновесие в системе (например, при образовании лавин). При отрицательной обратной связи выходной импульс ослабляет действие входного сигнала и обычно ведет к стабилизации системы (например, уменьшение стока в озеро сокращает площадь его зеркала, а тем самым и величину испарения, что восстанавливает его водный баланс). Отрицательные обратные связи выступают в качестве «рычага» саморегулирования природных систем и, следовательно, влияют на их устойчивость и структуру.

Рассмотренные свойства природных систем определяют условия использования этих систем в хозяйственной деятельности человека и удовлетворения различных потребностей человеческого общества. В связи с этим возникло представление о социально-экономических функциях ландшафтов и экосистем. Социально-экономическими функциями ландшафтов называют удовлетворение ими материальных, экологических и других потребностей людей в процессе взаимодействия общества и природы (то есть хозяйственное и различное использование ландшафтов). На основе этого природные комплексы можно рассматривать как:

1. Ресурсосодержащие и ресурсовоспроизводящие системы, располагающие возобновимыми и невозобновимыми ресурсами и способные воспроизводить биоту, почвенное плодородие и частично воду;

2. Средосодержащие и средовоспроизводящие системы, поддерживающие необходимые для человека условия жизни и выступающие как среда для отдыха и восстановления его здоровья;

3. Пространственный базис, место размещения хозяйственной деятельности и расселения людей;

4. Природоохранные системы, сохраняющие экологическое разнообразие в природе и хозяйственно редкие виды растений и животных;

5. Системы, способные трансформировать и разлагать загрязнения в виде отходов производства и тем самым предотвращать или ослаблять негативные последствия для жизни и деятельности человека;

6. Природную лабораторию для изучения механизмов взаимосвязей между биотическими и абиотическими компонентами геосистем в целях разработки путей рационального использования богатств природы.

Природные системы (ландшафты, экосистемы) в большинстве случаев полифункциональны, то есть могут выполнять несколько функций одновременно. Вместе с тем существуют и взаимоисключающие потребности, приводящие к ограничению числа выполняемых функций (например, застройка территории исключает развитие земледелия или лесного хозяйства). В ряде случаев возможность выполнения функций данным ландшафтом зависит от характера использования смежных, а иногда и весьма удаленных комплексов.

Выполнение природными системами социально-экономических функций зависит от потенциала систем (ландшафтов и экосистем) и хозяйственной деятельности человека (в частности, от выбора оптимального использования этого потенциала).

Потенциал ландшафтов определяется как предельный запас производственных и экологических ресурсов ландшафта, который можно использовать без существенного нарушения возможностей их самовосстановления (кроме полезных ископаемых). Производственные ресурсы – это компоненты и элементы природы, используемые в сфере материального производства (биота, земли, воды и другое); экологические ресурсы включают средообразующие компоненты и элементы природных систем (рекреационные, лечебные, эстетические и прочее).

Для практических целей выделяют частные потенциалы ландшафтов, к которым относят биотический, водный, минерально-ресурсный, строительный, рекреационный, природоохранный потенциалы, потенциал самоочищения.

Биотический потенциал – это способность гео- и экосистем производить биомассу, создавать условия для постоянного повторения этого процесса, поддерживать и восстанавливать плодородие почв. Интегральной мерой биотического потенциала служит величина ежегодной первичной биологической продукции. В каждой гео- и экосистеме существует свой предел возобновления, который определяет допустимую возможность эксплуатации.

Водный потенциал – это способность ландшафтов и экосистем трансформировать получаемую из атмосферы влагу таким образом, чтобы она не только использовалась растительностью, но и образовывала относительно замкнутый круговорот воды, который может быть употреблен человеком. Антропогенные изменения ландшафтов влияют прежде всего на почвенное и биологическое звенья круговорота воды, а также на структуру водного баланса в целом. Границы между различными угодьями (пашнями, вырубками и прочими) одновременно часто служат границами между показателями поверхностного стока, транспирации и валового увлажнения территории (разность между осадками и поверхностным стоком).

Минерально-ресурсный потенциал понимается как способность ландшафтов аккумулировать или изменять (в течение геологических периодов) отдельные вещества или носители энергии, которые могут быть использованы для нужд общества (в качестве минералов, горных пород, энергоносителей и другого). Минеральные ресурсы считаются невозобновимыми, но эта невозобновимость не всегда абсолютна. Часть из них может возобновляться в ходе геологических циклов, хотя продолжительность циклов несоизмерима с этапами развития человеческого общества и скоростью расходования земных недр.

Строительный потенциал рассматривается как наличие в ландшафте подходящих природных условий для застройки территории (в качестве промышленных предприятий, населенных пунктов, коммуникаций и прочего). Учёт структуры, свойств и эстетики ландшафтов особенно необходим в ландшафтном проектировании. Конкретные свойства геосистем определяют размещение строительного объекта, его функции, внешний вид и содержание. Проектирование крупных парков и лесопарков предусматривает сохранение исходного ландшафта, где необходимые искусственные компоненты лишь дополняют природные.

Рекреационный потенциал – это совокупность природных и культурно-исторических условий, положительно влияющих на человеческий организм и обеспечивающих восстановление его здоровья и работоспособности. Рекреационные ресурсы включают ту часть природных ресурсов, которые могут быть использованы для отдыха, туризма, санитарно-курортного лечения. Введено понятие «рекреационные ландшафты». К ним относятся природные комплексы, предназначенные или преобразованные для выполнения ими рекреационных функций (ландшафты зеленой зоны городов, лесопарковые комплексы, курортные зоны, живописные местности с удобными пляжами и чистыми водоемами, рекреационные комплексы национальных парков и другое).

Потенциалом самоочищения называют способность природных систем разлагать и выносить загрязняющие вещества различного происхождения, устраняя тем самым их вредное воздействие на население и хозяйство. В самом общем виде потенциал самоочищения может быть охарактеризован отношением количества вынесенных загрязнителей к их накоплению в ландшафте за тот же период.

Исходя из этого соотношения, можно выделить: **а)** ландшафты с высоким потенциалом самоочищения, когда выносятся большая часть загрязнителей, – $P_c > 1,0$ (хорошо дренируемые геосистемы с промывным режимом почв); **б)** ландшафты со средним потенциалом, когда выносятся значительная часть загрязнителей, – $P_c = 0,5 - 1,0$ (недостаточно дренируемые территории с участками заболоченных почв); **в)** ландшафты с низким потенциалом самоочищения и высокой способностью к аккумуляции – $P_c < 0,5$ (заболоченные низины и поймы медленно текущих рек, болот, слабопроточные болота).

Природоохранный потенциал понимается как свойство охраняемых территорий сберегать или восстанавливать генофонд, биологическое разнообразие и устойчивость природных систем. Наибольшим природоохранным потенциалом обладают комплексы, полностью исключенные из хозяйственной деятельности человека (заповедники, строгие резерваты).

Необходимо соблюдать главный принцип разумного природопользования: изъятие производственных и экологических ресурсов не должно выходить за рамки рассмотренных потенциалов, ибо их превышение ведёт к разрушению естественного механизма регулирования природных систем – источников и носителей естественных богатств (ресурсов), на которых базируется общественное производство, уровень развития и благосостояние человеческого общества.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Природно-ресурсный потенциал ландшафтов включает различные виды производственных и экологических ресурсов. Они могут использоваться как:

- непосредственные предметы потребления (вода для питьевого водоснабжения, дикорастущие, съедобные и лекарственные растения, рыба и прочее);
- средства труда, с помощью которых осуществляется общественное производство (земельные ресурсы, водные пути и другое);
- предметы труда, из которых производятся различные изделия (минералы и горные породы, древесина и прочее);
- источники энергии (гидроэнергия, запасы горючих ископаемых, энергия ветра и другие);
- природные условия, необходимые для восстановления здоровья человека, отдыха, туризма и прочее.

Возможность использования природных ресурсов связана как с природными факторами (состав и качество, запасы, их размещение и прочее), так и с техническими, технологическими и экономическими условиями. Техническое и технологическое несовершенство многих процессов извлечения и переработки естественных ресурсов, соображения экономической рентабельности и недостаток знаний об объемах и величинах природного сырья позволяют выделить две категории природно-ресурсных запасов по степени их технической и экономической доступности и изученности: 1) доступные ресурсы; 2) потенциальные запасы.

Доступные (доказанные, реальные) ресурсы – это объёмы природного сырья, выявленные современными методами определения, технически доступные и экономически рентабельные для освоения. **Потенциальные (общие) ресурсы** – это полезные для человека элементы природы, установленные на основе теоретических расчетов, рекогносцировочных обследований и включающие, помимо технически извлекаемых запасов природного сырья, ещё и ту его часть, которую в настоящее время невозможно освоить по техническим или экономическим причинам (например, пресные воды, находящиеся в ледниках или глубинных слоях земной коры).

Потенциальные запасы называют ресурсами будущего, так как их хозяйственное освоение станет возможным только в условиях качественно нового научно-технического этапа развития человеческого общества.

Разнообразие видов, свойств и происхождения естественных ресурсов, различие условий и возможностей их освоения обуславливают необходимость их классификации. Чаще всего природные ресурсы классифицируют по происхождению, видам хозяйственного использования, признаку исчерпаемости или неисчерпаемости.

2.1. Классификация природных ресурсов по происхождению

Естественные ресурсы возникают в природных средах (воды, литосфера, почвенный и растительный покровы и прочее) и образуют определенные сочетания, меняющиеся в границах природно-территориальных комплексов (ландшафтов). На этом основании они подразделяются на две группы: ресурсы природных компонентов и ресурсы природно-территориальных комплексов.

Каждый вид природного ресурса обычно формируется в одном из компонентов ландшафтной среды и на него воздействуют те же естественные факторы, которые создают данный компонент и влияют на его свойства и территориальное размещение. По принадлежности к компонентам природной среды выделяют следующие ресурсы: минеральные, климатические, водные, растительные, земельные, почвенные и ресурсы животного мира. Эта классификация широко употребляется в отечественной и зарубежной литературе.

При использовании этой классификации основное внимание уделяется закономерностям пространственного и временного формирования отдельных видов ресурсов, их количественным и качественным характеристикам, особенностям режима, объемам естественного восполнения запасов. Научное понимание всего комплекса процессов, участвующих в создании и накоплении природного ресурса, позволяет правильно рассчитать роль и место той или иной группы ресурсов в ходе использования их в общественном производстве, системе хозяйства, а главное, даёт возможность выявлять предельные объёмы изъятия ресурса из природной среды, не допуская его истощения или снижения качества. Например, достаточно точное представление об объёмах ежегодного прироста древесины в лесах определенного района позволяет рассчитать допустимые нормы рубок. При строгом контроле над соблюдением этих норм истощения лесных ресурсов не происходит.

Выделение ресурсов природно-территориальных комплексов дает возможность учитывать комплексность природно-ресурсного потенциала территории, которая обусловлена самой структурой географической оболочки (биосферы). Каждый ландшафт (геосистема, экосистема) содержит определённый набор разнообразных природных ресурсов. В зависимости от свойств ландшафта, его места в общей структуре географической оболочки, сочетания видов ресурсов их количественные и качественные характеристики меняются очень существенно, определяя возможность освоения и организации материального производства. Часто возникают такие условия, когда один или несколько ресурсов определяют направление хозяйственного развития целого региона. Практически любой ландшафт имеет климатические, водные, земельные, почвенные и другие ресурсы, но возможности их хозяйственного использования весьма различаются. В одном случае могут складываться благоприятные условия для добычи минерального сырья, в других – для выращивания ценных культурных растений или для организации промышленного производства, курортного комплекса и прочего. На этом основании природно-ресурсные территориальные комплексы выделяются по наиболее предпочтительному (или предпочтительным) виду хозяйственного освоения. Они делятся на:

- горнопромышленные,
- сельскохозяйственные,
- водохозяйственные,
- лесохозяйственные,
- селитебные (земли, предназначенные для строительства жилых и общественных зданий, промышленных предприятий, дорог, улиц, площадей в пределах городов и посёлков городского типа),
- рекреационные и прочие.

Такой подход к выделению ресурсов дает возможность более обоснованно определить социально-экономические функции природных систем и тем самым установить оптимальные пути их хозяйственного использования.

2.2. Классификация природных ресурсов по видам хозяйственного использования

Разделение ресурсов только по естественным признакам недостаточно, так как не отражает их экономического значения и роли в хозяйственной деятельности человека. Среди классификаций природных ресурсов, отражающих их экономическую значимость и роль в системе общественного производства, чаще всего выделяют направление и формы хозяйственного использования. Основным принцип подразделения ресурсов – их привязка к различным секторам материального производства. По этому признаку их делят на ресурсы промышленного и сельскохозяйственного производства.

Ресурсы промышленного производства включают виды природного сырья, используемые промышленностью. В связи с большим разнообразием промышленного производства сначала выделяют энергетические и неэнергетические ресурсы.

К **энергетическим** относят виды ресурсов, используемых на современном этапе развития науки и техники для производства энергии:

- горючие полезные ископаемые (нефть, угли, газ, уран, битуминозные сланцы и другое);
- гидроэнергоресурсы (энергия свободно падающих речных вод, приливно-волновая энергия морских вод и прочее);
- источники биоконверсионной энергии (использование топливной древесины, производство биогаза на основе отходов сельского хозяйства);
- ядерное сырье, используемое для получения атомной энергии;
- энергия ветра и другое.

Неэнергетические ресурсы включают элементы природной среды, которые поставляют сырьё для различных отраслей промышленности или участвуют в производстве по технологической необходимости:

- полезные ископаемые, не для производства энергии;
- воды, необходимые для промышленного водоснабжения;
- земли, занятые промышленными объектами и объектами инфраструктуры;
- лесные ресурсы, источники сырья для лесохимии и строительной индустрии;
- рыбные ресурсы и прочее.

Ресурсы сельскохозяйственного производства объединяют те элементы природы, которые участвуют в создании сельскохозяйственной продукции:

- агроклиматические – ресурсы тепла и влаги, необходимые для роста и развития культурных растений или выпаса скота;
- почвенно-земельные ресурсы – земная кора и её слой – почва, обладающая уникальным свойством продуцировать биомассу, рассматриваются и как природный ресурс, и как средство производства в растениеводстве;
- растительные кормовые ресурсы – биоценозы, служащие кормовой базой для выпасаемого скота;
- водные ресурсы – воды, используемые в растениеводстве для орошения, а в животноводстве – для водопоя и содержания скота.

Довольно часто выделяют также **природные ресурсы непроизводственной сферы** или непосредственного употребления. Это, прежде всего, ресурсы, изымаемые из природной среды (дикие животные, составляющие объект промысловой охоты, дикорастущие лекарственные растения), а также ресурсы рекреационного хозяйства, ресурсы заповедных территорий и ряд других.

2.3. Классификация природных ресурсов по признаку исчерпаемости

При учёте запасов природных ресурсов и объемов их возможного хозяйственного изъятия пользуются представлением об исчерпаемости запасов. Иногда классификацию по этому признаку называют экологической. Все природные ресурсы по исчерпаемости делят на две группы: исчерпаемые и неисчерпаемые (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Схема классификации природных ресурсов по истощаемости

I. Исчерпаемые ресурсы образуются в земной коре или в ландшафтной сфере, но объёмы и скорость их формирования измеряют по геологической шкале времени. В то же время потребности в таких ресурсах со стороны производства или для организации благоприятных условий обитания человеческого общества значительно превышают объёмы и скорость их естественного восполнения. В результате неизбежно истощение запасов природного ресурса. В группу исчерпаемых включены ресурсы с неодинаковыми скоростью и объёмом формирования. Это позволяет провести их дополнительную дифференциацию. На основе интенсивности и скорости естественного образования исчерпаемые ресурсы подразделяют на: *невозобновляемые, возобновляемые и относительно (не полностью) возобновляемые*.

К **невозобновляемым** ресурсам относятся почти все виды минеральных и частично земельные ресурсы. Полезные ископаемые постоянно образуются в недрах земной коры в результате непрерывно протекающего процесса рудообразования, но период формирования растягивается на столь длительный промежуток времени (как правило, десятки и сотни миллионов лет), что практически их учитывать в хозяйственных расчётах невозможно. Освоение минерального сырья происходит по исторической шкале времени и характеризуется всё возрастающими объёмами изъятия. В связи с этим минеральные ресурсы рассматривают не только как исчерпаемые, но и как невозобновляемые.

В естественном природном виде земельные ресурсы – это материальный базис жизнедеятельности человеческого общества. Существенно влияет на хозяйственную деятельность, на возможность освоения территории рельеф. Однажды нарушенные земли (например, карьерами или искусственным изменением рельефа при крупном промышленном или гражданском строительстве) в своём естественном виде уже не восстанавливаются.

К **возобновляемым** ресурсам принадлежат ресурсы растительного и животного мира. И те и другие восстанавливаются довольно быстро (в течение времени жизни одного-двух поколений людей), и объёмы естественного возобновления хорошо и до-

статочно точно рассчитываются. Поэтому при организации хозяйственного использования накопленных запасов древесины в лесах, травостоя на лугах и пастбищах, промысла диких животных в пределах, не превышающих ежегодное возобновление, истощения ресурсов можно полностью избежать.

Относительно (не полностью) возобновляемые ресурсы хотя и восстанавливаются в исторические отрезки времени, но возобновляемые объёмы их значительно меньше объемов хозяйственного потребления. Именно поэтому такие виды ресурсов весьма уязвимы, в связи с чем требуется особенно тщательный контроль со стороны человека. К относительно возобновляемым ресурсам относятся и очень дефицитные природные богатства: **а)** продуктивные пахотно-пригодные почвы; **б)** леса с древостоями зрелого возраста; **в)** водные ресурсы на региональном и локальном уровнях.

Продуктивные пахотно-пригодные почвы занимают сравнительно небольшие площади (по разным оценкам, в пределах суши они не превышают 1,5-2,5 млрд га). Наиболее продуктивные почвы, относящиеся к первому классу плодородия, занимают 400 млн га. Продуктивные почвы образуются очень медленно: например, на формирование одного миллиметра гумусового горизонта чернозёмных почв требуется приблизительно 100 лет. В то же время процессами ускоренной эрозии, стимулированными нерациональным землепользованием, за один год может быть разрушено несколько сантиметров верхнего, наиболее ценного пахотного слоя. В последние десятилетия антропогенное разрушение почв происходит настолько интенсивно, что даёт основание отнести почвенные ресурсы к категории «относительно возобновляемые».

Леса с древостоями спелого возраста (так называемые спелые леса), т. е. леса, древостой которых достиг промышленной спелости и пригоден для производства пиловочника и других видов промышленной лесной продукции, пользуются повышенным спросом и поэтому усиленно вырубаются. Для полного восстановления вырубленных лесов необходимо весьма длительное время: для хвойных древостоев приблизительно 90-100 лет, для лиственных – 100-120 лет. Поскольку приросты в таких лесах невелики, то нормы допустимых рубок должны быть строго ограничены. При нарушении этого принципа практически не происходит естественного восстановления запасов древесины.

Известно о практической неисчерпаемости водных ресурсов в планетарном масштабе. Тем не менее, на поверхности суши запасы пресных вод сосредоточены неравномерно, и на обширных территориях ощущается дефицит вод, пригодных к употреблению в системах водопользования. Особенно сильно от недостатка воды страдают аридные и субаридные районы, где нерациональное водопотребление (например, водозабор в объёмах, превышающих объём естественного восполнения свободных вод) сопровождается быстрым и зачастую катастрофическим истощением водных запасов. Поэтому необходим точный подсчёт количества допустимого изъятия водных ресурсов как по регионам, так и на локальном уровне.

II. К неисчерпаемым ресурсам относят те виды природных ресурсов, запасы которых неиссякаемы как в настоящее время, так и в обозримом будущем. Это понятие включает лишь сам факт «вечного» получения вещества и энергии, но не учитывает возможные (или неизбежные) лимиты их практического использования. В число неисчерпаемых включают *водные и климатические ресурсы, энергии земных недр, морских приливов и волн.*

Общий объём воды в водных объектах гидросферы Земли весьма велик и составляет около 1390 млн км³. Однако 96,4 % этого объёма приходится на солёные воды Мирового океана и только 2,6 % (36 млн км³) – на пресные воды. Поскольку уже известны технологии опреснения солёных морских вод, воды Мирового океана, солёных озёр и глубинных подземных горизонтов можно рассматривать как потенциальные водные ресурсы, использование которых в будущем вполне возможно. Ежегодно возобновляемые запасы пресных вод не столь велики: по разным оценкам они колеблются от 41 до 45 тыс. км³ (ресурсы полного речного стока). Мировое хозяйство для своих

нужд расходует около 4,5 тыс. км³ воды в год, что приблизительно равно 10 % возобновляемых ресурсов. Следовательно, при условии соблюдения принципов рационального природопользования эти водные ресурсы можно рассматривать как неисчерпаемые. Однако в случаях нарушения этих принципов экологическая ситуация может сильно обостриться, и даже в планетарном масштабе вполне возможен дефицит чистых пресных вод. А пока природная среда ежегодно «дарит» человечеству в 10 раз больше воды, чем ему нужно для удовлетворения самых разнообразных потребностей.

Под **климатическими ресурсами** понимают запасы тепла и влаги, которыми располагает конкретная местность или регион. Территориально и по сезонам тепло и особенно влага распределяются неравномерно. Температура воздуха колеблется от -90 до +80 °С, хотя в среднем для Земли она равна приблизительно +15 °С. Суша в целом неплохо обеспечена и атмосферной влагой: на её поверхность ежегодно выпадает в среднем около 119 тыс. км³ осадков. Однако отдельные районы в год получают более 12 000 мм осадков, и одновременно существуют обширные местности, где выпадет менее 50-100 мм. В среднем многолетнем выражении и запасы тепла, и объёмы выпадающей атмосферной влаги довольно постоянны, хотя от года к году они испытывают существенные колебания.

Энергия земных недр. Известно, что температура земных недр с глубиной возрастает в среднем на 3 °С на каждые 100 метров. В разных районах мира этот температурный градиент различен. В областях активного вулканизма «нормальная» температура недр на глубине двух – трёх километров уже равна 400-600 °С, а в зонах активных разломов и в очагах магмы свыше 1000 °С. Не удивительно, что подземные воды вулканических областей нередко горячи, а температура перегретого пара источников в Мексике достигает 380 °С.

В различных районах планеты на геотермальных станциях (ГеоТЭС) уже производится свыше 700 мегаватт энергии. На средства специального фонда ООН готовятся проекты по освоению геотермальной энергии в Турции, Сальвадоре, Кении, Эфиопии. Действующие ГеоТЭС работают достаточно эффективно. Одна ГеоТЭС в штате Калифорния мощностью 290 мегаватт обеспечивает на 40 процентов потребность города Сан-Франциско в электроэнергии. Снижается и стоимость электроэнергии. Электроэнергия, поставляемая ГеоТЭС Мацукава в Японии, на 20 процентов дешевле предусмотренной стандартом, а с Паужетской станции – на 15 процентов дешевле дизельной энергии.

Промышленные гидротермы Италии выдаются под давлением 505, 625-607, 89 килопаскалей и температуре 180-200 °С; резервуар находится на глубинах 700 – 1700 метров (Тоскана). Велико давление в гидротермах Новой Зеландии (1418,750 – 263,445 килопаскаля).

Энергия приливов и отливов. Подсчитано, что потенциально приливы и отливы могут дать человечеству примерно 70 млн. миллиардов киловатт-часов в год. Для сравнения: это примерно столько же, сколько способны дать разведанные запасы каменного и бурого угля, вместе взятые; вся экономика США с конца 70 годов базировалась на производстве 200 млрд. киловатт-часов, а экономика СССР того же года – на 1150 млрд., «хрущевский» период к 1980 г. должен был быть построен на 3000 млрд. киловатт-часов. Таким образом, одни только приливы могли бы обеспечить процветание на Земле тридцати тысяч современных «Америк» при максимально эффективном использовании приливов и отливов, но об этом говорить пока преждевременно. Проекты приливных гидроэлектростанций детально разработаны в инженерном отношении, экспериментально опробованы в нескольких странах, в том числе в России, на Кольском полуострове. Продумана даже стратегия оптимальной эксплуатации приливных электростанций (ПЭС): накапливать воду в водохранилище за плотиной во время приливов и расходовать её на производство электроэнергии, когда наступает пик потребления в единых энергосистемах, ослабляя тем самым нагрузку на другие электростанции.

Сегодня ПЭС не конкурентоспособна по сравнению с тепловой энергетикой: кто будет вкладывать миллиарды долларов в сооружение ПЭС, когда есть нефть, газ, уголь, продаваемые развивающимися странами за бесценок странам более развитым? Завтра же она станет такой же важной составляющей мировой энергетики, какой сегодня является, к примеру, природный газ.

Практически на сооружение ПЭС в наиболее благоприятных для этого точках морского побережья, где перепад уровней воды колеблется от 1-2 до 10-16 метров, потребуются десятилетия, может быть, даже столетия. Но процент за процентом в мировой энергобаланс ПЭС могут и должны начать давать уже на протяжении этого столетия.

Энергия волн океана – энергия, переносимая волнами на поверхности океана. Может использоваться для совершения полезной работы – генерации электроэнергии, опреснения воды и перекачки воды в резервуары. Энергия волн – неисчерпаемый источник энергии.

Мощность волнения оценивают в кВт на погонный метр, то есть в кВт/м. По сравнению с ветровой и солнечной энергией энергия волн обладает гораздо большей удельной мощностью. Так, средняя мощность волнения морей и океанов, как правило, превышает 15 кВт/м. При высоте волн в два метра мощность достигает 80 кВт/м. То есть, при освоении поверхности океанов не может быть нехватки энергии. Конечно, в механическую и электрическую энергию можно использовать только часть мощности волнения, но для воды коэффициент преобразования выше, чем для воздуха – до 85 %.

Недавно выдан Российский патент № 82283 на механизм, позволяющий преобразовывать движения качания поплавка на волнах с любой амплитудой во вращение. Выходной вал устройства вращается как от движения поплавка вниз, так и вверх. Механизм, находящийся на берегу, соединяется с поплавком штангой. Кроме того, механизмы можно секционировать на общий вал для получения большей суммарной мощности.

3. ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ВАЖНЕЙШИЕ ОБЪЕКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

А. Г. Исаченко отмечает, что новые элементы могут быть представлены:

- искусственными образованиями, ранее не существовавшими в природе (здания, дороги, трубопроводы и прочее);
- естественными объектами, перенесенными из одного ландшафта в другой (виды и сообщества растений и другое);
- смешанными образованиями, которые созданы с помощью технических средств из природных компонентов (водохранилища, каналы и прочее).

Таким образом, деятельность человека выступает третьим важным (после климата и неоднородного строения верхнего слоя земной коры) фактором дифференциации природной среды. В результате воздействия человека в составе природных систем появляются новые подсистемы – антропогенные составляющие, и природные системы из природных переходят в категорию природно-антропогенных.

Природно-антропогенными системами называют территориальные гео- и экосистемы, которые характеризуются тесным взаимодействием природной и антропогенной составляющих и выполняют определенные социально-экономические функции.

Под данное определение попадают природно-технические геосистемы. К ним можно отнести геосистемы, формирующиеся в процессе взаимодействия природы с разного рода промышленными объектами, коммуникациями, сельскохозяйственным производством, а также системы, возникающие при непосредственном взаимодействии человека с природой в процессе рекреационной деятельности. В настоящее

время к таким образованиям относится большинство современных ландшафтов, поэтому именно природно-антропогенные геосистемы выступают в качестве важнейших объектов природопользования.

В состав природно-антропогенных геосистем входят **две** основные **подсистемы** (составляющие): природная и антропогенная (социально-хозяйственная). Подсистемы включают компоненты и элементы (как части компонентов). В природную подсистему входят: атмосферный воздух, воды, минеральное твёрдое вещество, биота, почва; в антропогенную (социально-хозяйственную) подсистему – население, техника и технология. Подсистемы, компоненты и элементы внутри систем тесно связаны между собой. Антропогенная составляющая связана с природной почти исключительно через технику и технологию. Выделяют два противоположно направленных процесса: движение вещества и энергии от природной подсистемы к технике (использование) и от техники к природе (воздействия). Они подразделяются на целенаправленные (которые во многих случаях улучшают свойства природной подсистемы) и нецеленаправленные, побочные, часто вызывающие нежелательные последствия.

Любые природно-антропогенные геосистемы формируются под влиянием двух групп факторов – природной и антропогенной. В разных типах геосистем характер и уровень взаимодействия природы и техники неодинаковы. Так, например, промышленные, транспортные, гидротехнические комплексы функционируют главным образом за счет техногенной составляющей. В результате на первый план выступает их техническая сущность, а природная подсистема как бы остается в тени. Другие комплексы – сельскохозяйственные, лесохозяйственные, рекреационные – функционируют в основном за счёт своей природной составляющей, а потому их природная сущность выступает на первый план, а техногенная – на втором плане.

В группе комплексов с преобразованием технической составляющей выделяют класс управляемых природно-антропогенных систем – природно-технические (геотехнические) системы. Эти системы рассматриваются как образования, у которых природные (искусственно созданные и естественные, а также измененные в процессе действия техники) и технические части настолько взаимосвязаны, что функционируют как единое целое.

В состав геотехнической системы входят две подсистемы (природная и техническая) и блок управления. В их качестве можно рассматривать водохранилища, каналы, мелиоративные объекты, нефтедобывающие комплексы и другие подобные образования вместе с зонами их влияния на окружающую природную среду.

На базе учения о природно-антропогенных геосистемах в настоящее время формируется представление о современных ландшафтах. Современный ландшафт включает три взаимодействующие подсистемы:

- Природная подсистема состоит из природных компонентов и комплексов более низкого ранга. Она обладает природно-ресурсным потенциалом и выполняет ресурсопроизводящую и средоформирующую функции.

- Хозяйственная подсистема включает материальные объекты расселения и жизнедеятельности общества, которые служат источниками антропогенного воздействия на природную подсистему, определяют характер и интенсивность этих воздействий, обуславливают возникающие в природе экологические последствия.

- Информационная подсистема также включает несколько блоков, из которых важнейшим служит блок принятия решения и управления. Именно от качества этого блока зависят степень рациональности хозяйственного освоения природы и возможность её устойчивого функционирования и дальнейшего развития.

Природно-антропогенные системы сильно различаются по величине территории и акватории, рангу пространственных единиц исследования и масштабам возможных экологических проблем (ситуаций). В связи этим целесообразно разделение природно-антропогенных гео- и экосистем на несколько иерархических уровней:

1. глобальный (охватывает биосферу в целом),

2. мегарегиональный (например, зонально-секториальные физико-географические регионы),
3. макрорегиональный (экономические районы, бассейны крупных рек и озёр),
4. мезорегиональный (административные области и республики),
5. низовой региональный (физико-географические и административные районы),
6. локальный (группы урочищ, отдельные водохранилища и прочее),
7. элементарный (орошаемые поля, промышленные предприятия с зоной их влияния и прочее).

Взаимодействие различных антропогенных и природных факторов привело к формированию разных типов природно-антропогенных геосистем и экосистем, что вызвало необходимость их систематизации. К настоящему времени создано несколько классификаций природно-антропогенных геосистем, среди которых выделяется классификация, построенная по ряду параллельных признаков:

- соотношению целенаправленных и нецеленаправленных изменений геосистем (преднамеренно и непреднамеренно изменённых);
- выполняемой социально-экономической функции (сельскохозяйственные, лесохозяйственные, промышленные, городские, рекреационные, заповедные, средозащитные);
- степени изменения по сравнению с исходным состоянием (слабо изменённые, изменённые, сильно изменённые);
- последствиям изменения (культурные и акультурные);
- соотношению процессов саморегулирования и управления (геосистемы с преобладанием процессов саморегулирования и с преобладанием управляющего воздействия со стороны человека).

3.1. Истощение природных ресурсов

Истощение природных ресурсов чаще всего рассматривается как уменьшение запасов и ухудшение качества полезных ископаемых, подземных и поверхностных вод, биоты, сокращение земельного фонда и снижение плодородия почв, сокращение доли полезных продуктов в использованных ресурсах, уменьшение видового состава растений и животных. Коротко рассмотрим этот вопрос на примере истощения земельных и биологических ресурсов Российской Федерации.

Земельные ресурсы – одно из главных природных богатств России, имеющее, прежде всего, сельскохозяйственное значение. Сельскохозяйственные угодья занимают 13 % площади земельного фонда нашей страны. За последние 20 лет их размеры сократились более чем на 30 млн га (то есть почти на 13 %), несмотря на вовлечение в сельскохозяйственный оборот новых земель.

Только за 7 лет (с 1986 по 1993 г.), по данным А.Г. Исаченко, общая площадь сельскохозяйственных угодий уменьшилась с 228,8 до 220,0 млн га (приблизительно на 3 %), в том числе пашня – с 134,2 до 131,6 млн га (1,9 %). Почти повсеместно отмечаются снижение естественного плодородия почв и деградация угодий. Основные причины истощения земельных ресурсов – водная эрозия и дефляция, вторичное засоление и заболачивание, загрязнение почв, зарастание угодий кустарником и мелколесьем (табл. 3.1).

Последствия антропогенных изменений можно рассматривать как конечный результат воздействия человека на природные системы. Поэтому для определения их значимости необходимо проследить основные связи в цепочке: антропогенное воздействие на природу – изменения природных систем – последствия этих изменений для природы и населения. Не все связи имеют жесткий характер (например, загрязнение среды может быть вызвано как привносом, так и изъятием вещества), однако в целом зависимость последствий от направления воздействий выражена достаточно чётко. Лишь выявление последствий вмешательства человека в природные процессы позво-

ляет перейти от изучения состояния гео- и экосистем к их социальной и экономической оценке.

Таблица 3.1

**Изменения и последствия, связанные с воздействием
сельского хозяйства на природу**

Вид воздействия	Изменения природной системы	Негативные природные последствия	Негативные социально-экономические последствия
Изъятие вещества (уборка урожая, забор воды для орошения и водоснабжения, выпас скота, рубка леса...)	Изменение свойств почв, состава растительности, скорости биологического круговорота, водного баланса территории	Истощение и загрязнение почв и природных вод	Загрязнение сельхозпродукции, накопление вредных веществ в организме людей
Привнос вещества (внесение в почву удобрений и пестицидов, подача воды на орошение, поступление отходов животноводства и кормопроизводства в почву, поверхностные и грунтовые воды...)	Изменение свойств почв, состава грунтовых и поверхностных вод, водного баланса территории, геохимического круговорота веществ	Загрязнение почв, грунтовых и поверхностных вод, воздуха, растений токсическими для человека веществами	Загрязнение сельхозпродукции, накопление вредных веществ в организме людей и рост их заболеваний, ухудшение условий труда, рост материальных затрат в производстве
Трансформация и перераспределение вещества (пахота, выпас скота, земельные мелиорации...)	Изменение свойств почв и состояния растительности, упрощение пространственной структуры геосистем	Загрязнение и деградация природных систем, уменьшение видового разнообразия биоты	Распространение антропонозных и зооантропонозных инфекций и инвазий
Возведение искусственных сооружений (каналов, водохранилищ, гидромелиоративных систем, животноводческих комплексов...)	Изменение структуры и продуктивности природных систем, трансформация и разрушение части экосистем	Сокращение площадей естественных экосистем, уменьшение видового разнообразия биоты	Изменение в расселении и занятости населения, ухудшение условий жизни и деятельности людей

Ежегодно за счёт поверхностного стока талых и дождевых вод почвы полей теряют около 1,5 млрд т гумусового слоя. При этом вынос питательных веществ в полтора-два раза превышает их внесение вместе с удобрениями. Только черноземы европейской территории России за последние сто лет в разных её регионах потеряли от 15 до 69 % запасов гумуса.

Значительные территории сельскохозяйственных земель подвержены эрозии. В 1990 г. площадь эродированных почв в России достигла 55 млн га (примерно 25 % от площади сельскохозяйственных угодий). Ежегодно она увеличивается на несколько сотен тысяч гектаров. Наибольшая площадь таких почв отмечается в степной и лесостепной зонах. В южной половине Русской равнины к эрозионно-опасным землям относится 30-60 % общей площади, или 50-80 % сельскохозяйственных угодий. Ежегодный смыл равен 5-10, а на эрозионных возвышенностях он достигает 20-30 т/га.

Вызывает тревогу состояние пастбищ, особенно на юге европейской территории России, где в связи с чрезмерной пастбищной нагрузкой наблюдается сильная деградация растительности. Нарушение растительного покрова, механическое воздействие

выпаса на почву создают предпосылки для развития дефляции, расширения массивов незакрепленных и полужакрепленных песков. Горные пастбища под влиянием интенсивного выпаса также подвергаются деградации: обедняется видовой состав травяного покрова. Распространяются плохо поедаемые и ядовитые растения.

Избыточная нагрузка на оленьи пастбища наблюдается в многих районах Севера России, особенно в тундровой зоне Гыдана и Ямала. Постоянно растёт площадь земель (в том числе сельскохозяйственных), нарушенных в результате добычи полезных ископаемых и других воздействий. В настоящее время она достигает 1,3 млн га, или почти 0,1 % от всей территории страны. Рекультивация нарушенных земель, как правило, протекает довольно медленно и далеко не всегда достаточно эффективно.

В результате всех этих негативных воздействий и процессов на месте некогда плодородных земель возникли малопродуктивные, а в ряде случаев лишённые растительности пространства, так называемые антропогенные пустоши. Всего за последние 30-35 лет площадь сельскохозяйственных угодий, приходящихся на одного жителя России, уменьшилась на 24, а площадь пашни – на 18 %.

Нерациональное использование биологических (прежде всего лесных) ресурсов связано с перерубом древостоя, лесными пожарами, большими потерями древесины, загрязнением лесных угодий, промыслом животных и растений, превышающих возможность восстановления популяций. В результате существенно сократились площади наиболее ценных коренных лесов, снизились бонитет и продуктивность лесных биогеоценозов, уменьшились запасы других видов биологических ресурсов.

К настоящему времени крупные массивы коренных лесов сохранились лишь в северной и средней подзонах бореальных лесов, но и там хвойные древостои сильно разбавлены производными мелколиственными породами, гарями и вырубками.

В пределах южной подзоны тайги и смешанных лесов современные леса представлены островными массивами хвойных и мелколиственных пород среди сельскохозяйственных угодий. В ряде регионов страны ресурсы древесины лиственных пород составляют уже более 50 % общего запаса фитомассы (в Московской области – 90 %, в Калужской – 80 %, в Ленинградской, Новгородской и Тверской областях – 50-55 %). Сходные проблемы характерны и для восточных районов страны (например, интенсивно вырубались ценные кедровые леса, хотя огромные запасы древесины других пород остаются там нетронутыми).

В последние годы происходит сокращение площадей и объёмов вырубки лесов, однако это почти не приводит к ослаблению антропогенной нагрузки на них и улучшению их состояния. Средние статистические показатели по стране и субъектам Федерации не отражают всей территориальной контрастности в характере и интенсивности лесопользования. Так, на фоне общего недоиспользования расчётной лесосеки типичны систематические перерубы в районах, наиболее доступных и обеспеченных транспортом. Другая характерная черта нерационального использования лесных ресурсов – усиленные эксплуатационные нагрузки на хвойные насаждения при существенном недорубе лиственных пород. В начале 90-х гг. при фактическом использовании расчётной лесосеки на 40-50 % переруб по хвойным породам достигал 2,6 млн м³. В некоторых «удобных» леспромхозах Севера-Запада России объём вырубки в три-четыре раза превосходил расчётную лесосеку. В отдельные годы наблюдался переруб хвойных пород в целом по Архангельской, Вологодской областях и Республике Карелия.

Огромный ущерб лесным ресурсам России наносят пожары. Ежегодно в стране фиксируется от 17 до 31 тыс. лесных пожаров, причем более 80 % – по вине населения. Они захватывают площади, исчисляемые сотнями тысяч гектаров. Например, в 1997 г. пожары охватили 727 тыс. га, при этом сгорело и повреждено 21,8 млн м³ сыро-растущего леса и 15,1 тыс. м³ заготовленной древесины. Территориальное распределение пожаров от года к году варьирует, но особенно часто им подвержены леса юга Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Очаги влияния вредных насекомых и болезней ежегодно охватывают лесные насаждения на площади от двух до четырёх млн га. В последние годы они имеют тен-

денцию к расширению. Наибольшие площади очагов вредителей и болезней на европейской территории России выявлены в лесах Республики Башкортостан, Волгоградской, Калужской, Московской и Ульяновской областей.

Состояние лесов также ухудшается под влиянием вредных выбросов в атмосферу вокруг крупных промышленных центров (городов Братск, Мончегорск, Норильск, Усть-Илимск и прочих). Около одного млн га лесного фонда подверглось загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Одновременно наблюдается значительное уменьшение запасов многих видов дикорастущих (в том числе лекарственных) растений, сокращение площадей ягодников, снижение урожая ягод и грибов.

3.2. Загрязнение окружающей среды и его влияние на условия жизнедеятельности человека

Загрязнением называется привнесение в природную среду чуждых для нее веществ и энергии или свойственных ей, но в такой концентрации, которая негативно влияет на человека и биоту. Различают естественное и антропогенное загрязнения. Первое связано с различными природными явлениями (извержение вулканов, пыльные бури и прочее). Антропогенное загрязнение обусловлено производственной деятельностью человека.

В качестве основных объектов загрязнения выступают воздух, воды, почвы, биота, а в конечном итоге – ландшафт в целом. Выделяют следующие виды антропогенного загрязнения: механическое, физическое (тепловое, радиоактивное, шумовое, электромагнитное, световое), физико-химическое (аэрозольное), химическое, биологическое. Антропогенные загрязнения изменяют характеристики ландшафта и свойства его компонентов, формируя ареалы химического, теплового, радиоактивного и других видов воздействия.

Различают понятия «источник загрязнения» и «загрязнитель (поллютант, ингредиент)». Под источниками загрязнения понимаются любые материальные объекты производственной деятельности человека, выделяющие в окружающую среду различные антропогенные загрязнения: отдельные точки выброса (трубу, водосбор и прочее), предприятия с большим числом выброса (например, металлургический комбинат), города, индустриальные районы, откуда загрязняющие вещества могут поступать в соседние регионы (например, из США в Канаду).

Под загрязнителями понимаются любые вещества – физические, химические и биологические агенты, попадающие в окружающую природную среду и накапливающиеся в ней в количествах, превышающих естественные величины.

Главными источниками загрязнения природной среды выступают промышленные предприятия, транспорт и городское коммунальное хозяйство. В процессе их функционирования образуются отходы – газообразные, жидкие и твёрдые продукты, не используемые и не подвергающиеся утилизации в данном производстве. Как правило, они попадают в окружающую среду и включаются в биохимический круговорот веществ в биосфере. В составе отходов в биогеохимический круговорот (соответственно и в пищевые цепи) включаются многие токсические вещества – соли тяжелых металлов (ртути, свинца, кадмия и др.), диоксины, бензпирен, радионуклиды и другое. В России ежегодно образуются около трёх млрд т твёрдых отходов. Всего на санкционированных и несанкционированных свалках, в отвалах и хранилищах к настоящему времени скопилось более 86 млрд т твёрдых отходов (в том числе более 1,1 млрд т экологически опасных и токсичных), то есть по 580 т на каждого жителя.

В России загрязнение природной среды связано прежде всего с воздействием различных отраслей промышленности: теплоэнергетики (более 20 % общей массы выбросов от стационарных источников), топливной промышленности (17-18 %), цветной металлургии (15-16 %), черной металлургии (12-13 %), промышленности строительных материалов (4 %) и прочего. На их долю приходится до 70 % выбросов в атмосферу и 52 % сброса сточных вод в поверхностные водоёмы. В крупных городах

мощный источник загрязнения воздуха – это автомобильный транспорт (на него приходится более 40-50 % выбросов). Большое влияние на состав воды в водоемах оказывают стоки сельскохозяйственных и городских коммунальных предприятий (на их долю приходится 34 % и 12 % сброса сточных вод, соответственно).

Под действием этих источников загрязнения существенно изменился состав атмосферного воздуха и вод водоемов. Хотя за последние 10-15 лет общее количество выбросов в атмосферу уменьшилось в 1,5 раза, во многих случаях средние концентрации взвешенных веществ, диоксидов азота и серы, оксида углерода, аммиака, фенолов, солей тяжелых металлов в воздухе городов с развитой чёрной и цветной металлургией (Братск, Липецк, Норильск, Магнитогорск, Череповец и прочие) превышают в три-четыре раза. Воздействие крупных городов и промышленных центров на атмосферу распространяется далеко за их пределы.

В результате сброса сточных вод в водоемы поступают соединения фосфора и азота, хлориды, сульфаты, фенолы, соединения тяжелых металлов, нефтепродукты и другие вредные вещества. Особенно большое количество загрязнителей попадает в реки Урала, в Иртыш, Томь, в притоки Верхнего Енисея, в реки и озера Кольского полуострова. Концентрация ряда веществ в них превышает допустимые пределы в 5-10 раз. Воды Камы и среднего течения Волги постоянно загрязняются фенолами, нефтепродуктами, тяжелыми металлами. За последние годы сброс сточных вод в реки уменьшился, однако существенного улучшения гидроэкологической обстановки пока не произошло.

Загрязнение почв связано: а) с выбросами промышленных предприятий, теплоэлектростанций и автомобильного транспорта; б) с использованием в сельском хозяйстве удобрений и пестицидов. Высокий уровень загрязнения наблюдается на территории и вокруг крупных промышленных городов, а также вдоль больших автомагистралей. Здесь накапливается спектр ингредиентов, прежде всего тяжёлых металлов – свинца, цинка, кадмия, меди, никеля, хрома и других, поскольку почва – прекрасный сорбент этих загрязнителей. Вокруг предприятий цветной металлургии содержание тяжелых металлов в почве нередко в 10-50 раз превышает предельные концентрации (Мончегорск, Норильск, Ревда). К концу 90-х гг. площадь земель с опасным загрязнением почв вокруг крупных промышленных центров Российской Федерации превысила 700 тыс. га.

В результате загрязнения окружающей среды значительно ухудшились условия жизни и состояние здоровья населения. Показатели заболеваемости людей, проживающих в экологически неблагоприятных районах (особенно городах), существенно выше, чем аналогичные показатели в среднем по регионам России. Более высокий уровень патологии в этих районах прослеживается по многим видам заболеваний (в том числе онкологическим). В первую очередь страдают дети. Среди детей, проживающих на загрязненных территориях, болезни крови и кроветворных органов встречаются в 3,5 раза чаще, мочевыделительной системы – в 2,8, глаз – 1,8, кожи и кожной клетчатки – в 1,3, органов дыхания – в 1,4 – 1,8 раза чаще, чем в среднем по стране. Особая ситуация сложилась в районах, пострадавших от Чернобыльской катастрофы. Если в целом по России с 1988 г. по 1993 г. число детей, состоящих на диспансерном учете (на 100 тыс. детей), выросло на 19,3 %, то в Брянской области этот показатель составил 60 %, в Калужской – 54,4 %, в Орловской, Липецкой и Курской – соответственно 39,0 %; 44,1 % и 41,4 %. Установлена зависимость между факторами загрязнения и заболеваемостью взрослого населения в России в целом.

3.3. Нарушение структуры и деградация ландшафтов

При интенсивном воздействии человека гео- и экосистемы нередко претерпевают структурные изменения, поскольку происходит частичная или полная замена ряда природных элементов на антропогенные. В результате нарушается как вертикальная, так и горизонтальная структура природных ландшафтов.

Нарушение вертикальной структуры выражается в изменении исходного соотношения между компонентами внутри ландшафта (вплоть до полного выпадения отдельных элементов и даже компонентов природной среды). Подобная структурная перестройка геосистем зафиксирована в различных природных зонах – северной и южной тайге, пустыне, горных субтропиках. Так, в условиях низкогогорного северо-таёжного ландшафта Кольского полуострова под влиянием металлургического производства изменение вертикальной структуры проявляется в виде следующей цепочки превращений: обеднение видового состава напочвенного покрова – выпадение мохово-лишайникового яруса и повреждение древостоев – нарушение подзолистых иллювиально-железистых почв – уничтожение растительности – смыв почвенных горизонтов – глубокая перестройка литогенной основы ландшафтов за счёт смыва рыхлого материала – формирование токсичной коры выветривания. В ряде случаев трансформация ландшафтов достигает такой стадии, что дальнейшее их развитие по зональному типу уже нереально.

Вертикальная структура ландшафтов в разных его частях изменяется неодинаково, поэтому одновременно нарушается плановая (горизонтальная) структура природных комплексов. Это выражается в изменении соотношения в пространстве между комплексами различной степени антропогенной трансформации. Плановая структура геосистем может нарушаться на всех иерархических уровнях – локальном, региональном, глобальном.

Степень нарушения горизонтальной структуры ландшафтов на локальном уровне можно показать на примере зоны влияния Калининской атомной станции. По данным исследований, площадь ранее слабо-трансформированных болотных и хвойно-мелколиственных лесных ландшафтов почти не изменилась, однако доля комплексов с нарушенной литогенной основой возросла в 2,6 раза и достигла почти 15 % площади территории пятикилометровой зоны влияния Калининской АЭС. Сформировались новые для данного региона функциональные типы ландшафтов: промышленные и садово-дачные комплексы, современные городские кварталы, ландшафты коридоров ЛЭП и каналов с нарушенной прибрежной полосой, рекреационные комплексы, карьеры и прочее. Несмотря на вырубку значительной части мелколиственных лесов, их площади сократились всего на 4 %, что связано, по-видимому, с зарастанием заброшенных сельскохозяйственных угодий. Формирование новых типов нарушенных комплексов произошло прежде счёт уменьшения доли сельскохозяйственных ландшафтов, площадь которых (без учёта залесённых площадей) сократилась на 7 %.

Влияние воздействия производственной деятельности человека на изменение региональных экосистем можно представить на примере использования территории развитых стран Европы и Северной Америки. Здесь естественные экосистемы сохранились лишь на ограниченных площадях, они представляют собой в основном небольшие очаги, со всех сторон окруженные нарушенными территориями. В развитых странах значительная часть территории занята сельскохозяйственными землями, населенными пунктами и хозяйственной инфраструктурой, в сумме занимающими от 40 до 80 % их площади. Остальная часть территории этих стран, как правило, представлена вторичными и промышленно выращиваемыми лесами и водными объектами, которые частично загрязнены, закислены или евтрофицированы.

По степени нарушенности в ней выделены три категории экосистем:

- ненарушенные (сохранилась естественная растительность, низкая плотность населения – менее 10 чел./км²);
- частично нарушенные (вторичная растительность, сельскохозяйственные земли, интенсивный выпас скота, рубка лесов);
- нарушенные экосистемы (постоянные пахотные угодья, городские и сельские поселения, отсутствие естественной растительности, проявление признаков деградации земель).

Нарушение структуры гео- и экосистем с выпадением и изъятием элементов и компонентов природы обуславливает снижение природно-ресурсного потенциала, по-

терю способности выполнять ресурсо- и средовоспроизводящие функции, то есть ведёт к деградации ландшафтов. Деградация развивается как результат действия тесно связанных природных, природно-антропогенных и антропогенных процессов, вызванных деятельностью человека. Неконтролируемая деятельность человека подрывает механизм саморегулирования ландшафтов и часто приводит к необратимым разрушительным последствиям. Ландшафты утрачивают свои естественные свойства, превращаясь в непригодные для использования территории (например, техногенные пустоши в зоне воздействия крупных горно-металлургических предприятий).

Среди деструктивных процессов, связанных с деятельностью человека, особое место занимает антропогенное опустынивание, которое создает угрозу нарушения ландшафтно-экологического равновесия. Термин «опустынивание» трактуется значительно шире своего буквального смысла. Его сущность состоит в уменьшении, в ряде случаев и уничтожении биологического потенциала ландшафтов, которое нередко приводит к исчезновению сплошного растительного покрова с дальнейшей невозможностью его восстановления без участия человека. Главная причина развития этого процесса – чрезмерный антропогенный пресс на природные гео- и экосистемы и прежде всего на биоту (перевыпас скота на пастбищах, сведение лесов и другой растительности на больших территориях, нерациональное использование воды при орошении земель и другое). Опустынивание проявляется во всех природных зонах, но наиболее чувствительны к антропогенным нагрузкам тундровые (в частности, олени пастбища), полупустынные и пустынные ландшафты с весьма хрупкой структурой и низким потенциалом самовосстановления. Оно может быть приурочено к небольшим территориям (иметь локальную размерность) и захватывать регионы площадью в десятки и сотни тысяч квадратных километров.

В настоящее время в связи с тем, что во многих случаях изъятие возобновимых ресурсов превышает возможности их восстановления, площади опустыненных ландшафтов постоянно возрастают. За последние 30 лет в Калмыкии возникла настоящая пустыня площадью 50 тыс. км² – первая песчаная пустыня в Европе. Её территория в результате постоянного перевыпаса скота ежегодно увеличивается на 15 %. Общая площадь антропогенных пустынь в мире уже превышает 900 млн га, в среднем за год она возрастает на 0,8-1,0 %.

4. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ СИСТЕМ И ЕГО ОЦЕНКА

4.1. Понятие об экологическом состоянии природно-антропогенных систем

Понятие «состояние» характеризует прежде всего временной аспект функционирования и развития природных и природно-антропогенных объектов. Состояние гео- и экосистем – это характеристика их важнейших свойств за определённый более или менее длительный промежуток времени, формирующихся под влиянием как естественных, так антропогенных факторов.

Состояние природных и природно-антропогенных гео- и экосистем – это динамическая категория. Всякое состояние преходяще и имеет определённую длительность. Наиболее подвижны воздух, воды и биота. Их состояние может меняться в течение короткого времени – от нескольких часов до нескольких месяцев. Состояние почв, верхнего слоя горных пород, форм микро- и мезорельефа остается относительно стабильным за период от нескольких месяцев до нескольких лет (и даже нескольких десятков лет). Как показывают наблюдения, продолжительность антропогенных изменений в природных комплексах в большинстве случаев составляет не менее 3-5 лет. Поэтому практически наиболее приемлемо (особенно для гео- и экосистем регионального уровня) изучение состояний длительностью в несколько лет. Они могут быть опи-

саны либо усредненными за этот период показателями, либо показателями, полученными на момент проведения исследований (например, один раз в пять лет).

В содержательном плане признаки изменений природно-антропогенных гео- и экосистем и их компонентов должны включать экологические (геоэкологические), санитарно-гигиенические и медико-демографические показатели. К **первой группе** можно отнести такие показатели, как площади деградированных земель, стадии дигрессии пастбищ и рекреационных угодий, площади вырубленных и сгоревших лесов, уменьшение биологической продуктивности биогеоценозов, степень антропогенной эвтрофикации водоёмов и прочее. Во **вторую группу** входят величины кратности предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в воздухе, водах, почвах, продуктах питания. **Третью группу** составляют показатели здоровья населения, детской смертности, генетических нарушений, продолжительности жизни населения.

4.2. Оценка экологического состояния гео- и экосистем и их компонентов

Оценка предполагает наличие объекта (что оценивается) и субъекта (с каких позиций производится оценка). В качестве объектов выступают гео- и экосистемы и их компоненты различной степени трансформации. Субъектами чаще всего служат виды хозяйственной деятельности и условия жизнедеятельности самого человека. В связи с этим выделяют **два направления оценки** – технологическое (производственное) и социально-экологическое. В первом случае субъектами выступают различные виды производства (строительство, сельское хозяйство и прочее). Во втором случае изучение последствий хозяйственной деятельности производят с позиций, определяющих условия существования и здоровья населения.

Отсюда следует, что оценка – это соотнесение показателей изменений свойств гео- и экосистем с состоянием или требованиями субъекта. Сущность оценки состоит в сравнении показателей изменённого состояния окружающей среды с заранее определёнными критериями, то есть признаками, на основе которых проводится сравнение. В качестве критериев могут выступать показатели исходного состояния наблюдаемых объектов, их естественные (фоновые) характеристики, а также различные нормативные показатели, характеризующие допустимые меры воздействия человека на природные системы.

Критерии оценки экологического состояния можно разделить на покомпонентные (частные) и комплексные (суммарные и интегральные). Необходимость использования покомпонентных критериев связана с тем, что во многих случаях оценить природный или природно-антропогенный комплекс очень трудно, не оценив его отдельных сторон.

В настоящее время в практике оценочных исследований в качестве признаков для сравнения чаще всего применяют нормативные показатели – санитарно-гигиенические и экологические критерии.

Санитарно-гигиенические критерии устанавливают исходя из требований экологической безопасности населения (применительно к здоровью человека). К ним в первую очередь относятся нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе, водах, почвах и продуктах питания, а также нормы предельно-допустимых выбросов (ПДВ) в атмосферный воздух и предельно допустимых сбросов (ПДС) в водоёмы. ПДК – это максимальная концентрация веществ, не влияющих негативно на здоровье населения настоящего и будущего поколений при воздействии на организм человека в течение всей его жизни. ПДВ и ПДС называют максимальные объёмы поступающих веществ в единицу времени (соответственно в воздух и водоёмы), которые не ведут к превышению их ПДК в сфере влияния источника загрязнения.

В каждом конкретном случае эти объёмы рассчитывают исходя из производственных мощностей изучаемого источника загрязнения и данных о вредных последствиях выделяемых ингредиентов. В настоящее время разработано большое число

нормативов допустимого содержания веществ и энергии различного происхождения (химических, физических, биологических). Только ПДК химических веществ установлено в воде около 1500, в атмосферном воздухе – более 450, в почве – более 100.

Степень загрязнения природной среды принято оценивать по кратности превышения ПДК, ПДВ и ПДС, классу опасности (токсичности) веществ, допустимой повторяемости концентраций заданного уровня, количеству загрязняющих веществ. В случае одновременного присутствия нескольких загрязняющих веществ (что часто распространено) используются так называемые суммарные показатели.

Санитарно-гигиенические критерии, несмотря на широкое их применение, лишь частично отвечают требованиям экологической оценки. Значения ПДК территориально не дифференцированы, они не учитывают влияния реальной физико-географической обстановки (различий климата, геохимических условий, состава природных вод и прочее). При их разработке часто не принимаются во внимание процессы миграционных свойств веществ, их способность накапливаться в отдельных компонентах экосистем, вызывать вторичное загрязнение. Санитарно-гигиенические нормативы, установленные применительно к организму человека, не учитывают свойств других организмов, поэтому они могут привести к нарушению состояния многих видов растений и животных, а соответственно их сообществ и экосистем в целом. Последствия антропогенных изменений природы связаны не только с загрязнением среды, но и с другими формами трансформации (например, механическим нарушением структуры гео- и экосистем). В связи с этим для оценки состояния окружающей среды наряду с ПДК, ПДВ и ПДС необходимо использовать и экологические критерии.

Экологические критерии – структурно-функциональные показатели гео- и экосистем, характеризующие их измененное состояние. Для части из них установлены экологические нормативы – максимальные величины нагрузок на гео- и экосистемы, при которых их основные структурно-функциональные характеристики (продуктивность, интенсивность биологического круговорота, видовое разнообразие, устойчивость и другое) не выходят за пределы естественных изменений. Они призваны определить область и границы допустимого состояния природно-антропогенных систем и соответственно дозволённого воздействия на них со стороны человека. Установлены нормативы сельскохозяйственного, лесохозяйственного, рекреационного воздействия на гео- и экосистемы, но они имеют преимущественно производственную, а не экологическую направленность (нормы выпаса скота, внесение удобрений и пестицидов, величины рекреационных нагрузок на ландшафты и прочее). Слабо разработаны нормативы допустимых преобразовательных воздействий (количественные критерии распахивания, мелиоративных работ, застройки земель), почти отсутствуют нормативные показатели, характеризующие функционирование природно-антропогенных систем в условиях различных техногенных нагрузок.

Покомпонентные экологические критерии используют для оценки состояния воздуха, вод, почв и биоты. К ним относятся такие показатели, как содержание диоксида углерода в атмосферном воздухе и биогенных веществ в водах водоемов, процент деградированных земель, содержание гумуса в почвах, лесистость территорий, видовое разнообразие растений и животных и многие другие. По их колебанию можно с большой достоверностью установить изменения природных систем под влиянием как естественных, так и антропогенных факторов.

Поиск общесистемных индикаторов состояния природно-антропогенных гео- и экосистем – это сложная и ещё недостаточно решённая задача. Предложен ряд показателей, количественно характеризующих изменения структуры и функционирования гео- и экосистем. Среди них можно выделить:

- интенсивность биологического круговорота, определяемую как отношение массы ежегодной биологической продукции к общей массе;
- естественную способность гео- и экосистем к самоочищению, обусловленную особенностями взаимосвязей и скоростью биологического круговорота;
- энерго-вещественный баланс природных систем и прочее.

В условиях городских геосистем показателем экологического состояния окружающей среды может служить здоровье населения (уровень младенческой смертности, врожденные аномалии развития новорожденных, заболеваемости детей и взрослых и другое).

Для оценки состояния окружающей среды с помощью рассмотренных критериев необходимо ранжировать их величины по нескольким градациям относительно неизменных или, наоборот, полностью нарушенных объектов исследования. Затем каждой градации присваивается определенная степень благоприятности или неблагоприятности последствий изменения природных систем исходя из конкретных условий изучаемой территории.

Оценку экологического состояния атмосферного воздуха обычно производят с помощью санитарно-гигиенических показателей. Степень загрязнения воздушного бассейна определяют по кратности превышения ПДК с учётом класса опасности ингредиентов, суммарного биологического действия загрязненного воздуха и частоты превышения ПДК. Для оценки степени загрязнения воздушной среды используется суммарный санитарно-гигиенический критерий – индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Он представляет собой относительный показатель, величина которого зависит от концентрации вещества в анализируемой точке, кратности его ПДК и количества веществ, загрязняющих атмосферу.

Величины ИЗА меньше 2,5 соответствуют чистой атмосфере; 2,5-7,5 – слабозагрязненной атмосфере; 7,5-12,5 – загрязненной атмосфере; 12,5-22,5 – сильнозагрязненной атмосфере; 22,5-32,5 – высокозагрязненной атмосфере; более 32,5 – экстремально загрязненной атмосфере.

Состояние вод поверхностных водоемов (а также подземных вод) оценивается по различным химическим, физико-химическим и биологическим показателям. Часто используется так называемый индекс загрязнения вод (ИЗВ), разработанный в системе Росгидромета. Он рассчитывается как среднее из превышений ПДК по 6 ингредиентам: кислороду (O_2), органическим веществам, определенным по биохимическому потреблению кислорода за пять суток (БПК₅), и четырём ингредиентам с наибольшим превышением ПДК.

В соответствии со значениями ИЗВ воды в водоёмах делят на семь классов: I – очень чистые (ИЗВ менее 0,3); II – чистые (0,3-1,0); III – умеренно загрязнённые (1,0-2,5); IV – загрязнённые (2,5-4,0); V – грязные (4,0-6,0); VI – очень грязные (6,0-10,0); VII – чрезвычайно грязные (более 10,0).

В последние годы для выявления экологического состояния поверхностных водоемов широко используют гидробиологические индикаторы. Поскольку единый гидробиологический показатель отсутствует, качество воды определяется набором характеристик, отражающих состояние зообентоса, перифитона (организмов, поселяющихся на подводных частях речных судов, бакенов, свай и прочего), зоопланктона, фитопланктона, высших водных растений.

Экологическое состояние почв оценивается с помощью химических, физических и биологических критериев, а также показателей деградации сельскохозяйственных угодий. Для оценки степени загрязнения почв и снегового покрова тяжелыми металлами используют суммарный показатель загрязнения.

Для **оценки экологического состояния и антропогенного изменения растительности и животного населения** используют структурные и функциональные показатели популяций и биоценозов. Среди них следует выделить такие критерии, как изменение видового состава фито- и зооценозов, уменьшение разнообразия видов растений и животных в биоценозах, сокращение площади коренных ассоциаций, изменение численности популяций видов-индикаторов, уменьшение проективного покрытия и продуктивности покрова и другое.

Для определения оценки экологического состояния гео- и экосистем в целом во многих случаях используют балльные показатели. Однако балльные величины часто между собой несравнимы. Косвенно об экологическом состоянии гео- и экосистем

можно судить по величине антропогенной нагрузки на природу. Б.И. Кочуров предложил коэффициенты абсолютной (K_a) и относительной (K_o) экологической напряженности территории, то есть отношение площади земель с высокими антропогенными нагрузками (АН) к площади земель с наиболее низкими нагрузками.

Экологические (геоэкологические) ситуации всегда имеют пространственно-временной характер. По пространственным масштабам проявления их можно разделить на локальные, региональные и глобальные. Отсюда следует, что анализ экологических ситуаций необходимо проводить в рамках определенных территориальных структур – гео- и экосистем разных иерархических уровней. Ареалы их проявления имеют сложные границы, образованные сочетанием границ природных и антропогенных ландшафтов, бассейнов рек, административных районов и типов землепользования. **По временному признаку** можно выделить кратко-, средне- и долгосрочные экологические ситуации. Поскольку возникновение острых экологических ситуаций чаще всего ухудшает условия жизни и деятельности человека, необходима оценка степени их опасности. Наибольший практический интерес вызывает оценка остроты (критичности, напряженности) ситуаций, то есть выявление степени опасности последствий хозяйственной деятельности человека с позиций самого человека.

Сотрудники Института географии Российской академии наук предложили определять степень остроты экологических ситуаций, исходя из показателей, характеризующих:

- качество жизни населения (то есть степени соответствия характеристик окружающей среды потребностям жизнедеятельности человека);
- степень сохранности природно-ресурсного потенциала ландшафтов;
- интенсивность нарушения структуры и свойств ландшафтов.

Учитывая эти признаки, в настоящее время более или менее четко можно охарактеризовать следующие ситуации.

Удовлетворительная ситуация характеризует районы, относительно слабо затронутые хозяйственной деятельностью человека (природоохранные территории, районы с сохранившимся укладом хозяйства самого населения). Антропогенные изменения захватывают отдельные компоненты природы. Изменения легко обратимы при снижении или прекращении нагрузок. Загрязнение среды чаще всего не превышает ПДК и практически не отражается на здоровье населения.

Напряженная (конфликтная) ситуация проявляется в освоенных районах со стабильно функционирующими социально-экономическими структурами. Негативно изменяются отдельные компоненты гео- и экосистем, что ведет к некоторому ухудшению условий жизни и деятельности населения. Улучшение обстановки достигается с помощью стабилизации хозяйственной деятельности и совершенствования технологии производства.

При **критической ситуации** антропогенные нагрузки, как правило, превышают установленные нормативные величины и экологические требования. Возникают значительные изменения гео- и экосистем, нарастает угроза истощения естественных ресурсов, ухудшаются условия проживания населения. Уменьшение и прекращение антропогенных нагрузок может привести к нормализации экологической обстановки и частичному восстановлению гео- и экосистем.

Кризисная ситуация наблюдается в тех случаях, когда хозяйственная деятельность человека ведет к нарушению структуры гео- и экосистем, истощению естественных ресурсов, существенному загрязнению компонентов биосферы. В связи с этим негативные изменения в окружающей среде принимают устойчивый характер, это угрожает здоровью населения, состоянию естественных экосистем, генетическому фонду растений и животных.

При **катастрофических ситуациях** антропогенные нагрузки (в том числе загрязнение среды) многократно превышают допустимые границы. Разрушается структура природных комплексов и соответственно сложившаяся система природопользования. В результате наблюдаются глубокие, чаще всего необратимые изменения при-

родной среды, которые влекут за собой существенное ухудшение здоровья населения, нарушение экологического равновесия, деградацию флоры и фауны.

Ориентировочные характеристики степени остроты (напряженности) выделенных экологических ситуаций (по ряду весьма важных показателей) представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Ориентировочные характеристики остроты экологических ситуаций

Категория экологической ситуации	Суммарный показатель загрязненности почв	Снижение продуктивности экосистем, % в год	Нарушенные земли, % от площади	Степень нарушения ландшафтов	Состояние здоровья населения
Удовлетворительная	Существенно < 16	<1,0	<2,0	Норма	Норма
Напряженная	Около 16	1,0 – 1,5	2 – 5	Изменение свойств компонентов	Отдельные признаки ухудшения здоровья
Критическая	16 – 32	1,5 – 3,5	5 – 20	Нарушение структуры вторичных компонентов	Ухудшение здоровья отдельных групп населения
Кризисная	32 – 128	3,5 – 7,5	20 – 50	Дегградация ландшафтов	Повсеместное ухудшение здоровья населения
Катастрофическая	> 128	> 7,5	> 50	Нарушение структуры и функций ландшафтов	Рост смертности и сокращение продолжительности жизни

Уровень экологической напряженности региона может быть оценен в баллах, исходя из пространственного соотношения внутри территории площадей с различной остротой экологических ситуаций. Сначала в баллах оценивается экологическая напряженность для участков с однородной экологической ситуацией.

Предложена следующая шкала оценки: **а)** очень острая (катастрофическая) ситуация – 10 баллов; **б)** острая (кризисная) ситуация – 5 баллов; **в)** умеренно острая (критическая) ситуация – 3 балла; **г)** удовлетворительная ситуация – 1 балл.

Например, при однородном по экологической обстановке характере структуры региона 10 баллов будет иметь территория с 100 % площадью очень острой экологической ситуации, а один балл – территория с 100 % площадью удовлетворительной экологической ситуации. Уровень экологической напряженности может служить одним из критериев рациональности природопользования в конкретных условиях региона. При удовлетворительной ситуации показатели свойств и функций геосистем изменяются слабо, что практически не отражается на использовании природных ресурсов. В случае конфликтной ситуации отмечаются негативные изменения некоторых компонентов геосистем. Это нередко ведет к нарушению и деградации отдельных природных ресурсов, усложнению хозяйственной деятельности населения. В условиях критической ситуации наблюдается заметное нарастание угрозы истощения и даже утраты ресурсов (в том числе генофонда), что существенно снижает эффективность

хозяйственной деятельности в регионе. При кризисной ситуации происходит резкое (а нередко и полное) истощение естественных ресурсов, падение эффективности производства, наступает угроза экологического спада. Катастрофическая ситуация обычно ведет к утрате природных ресурсов, резкому экономическому спаду, а в ряде случаев к полному разрушению сложившейся системы природопользования.

5. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДЫ

5.1. Учение В. И. Вернадского о ноосфере и природопользовании

Важнейшая задача природопользования – поиск и разработка путей оптимизации взаимоотношений общества с окружающей природной средой. В самом общем плане этот вопрос был поставлен ещё в 20-х гг. XX в. выдающимся русским естествоиспытателем Владимиром Ивановичем Вернадским. Считая человеческую деятельность одним из крупнейших преобразующих факторов на Земле, он тем самым показал необходимость исследования взаимодействия человека с окружающим материальным миром. В.И. Вернадский выдвинул учение о ноосфере. Основным смысл этого учения состоит в том, что под влиянием деятельности человеческого общества биосфера переходит в новое эволюционное состояние – ноосферу, или «царство разума». Другими словами, ноосфера – новый этап развития биосферы, заключающийся в разумном регулировании отношений человека и природы. Задача науки состоит в разработке принципов и методов оптимальной организации территориальных и аквальных комплексов и их компонентов для рационального использования естественных ресурсов и создания благоприятных условий жизни и деятельности населения. Поэтому в учении В. И. Вернадского ноосфера выступает одновременно как продукт разумной деятельности людей и спонтанного функционирования природных объектов.

Резкое обострение экологической ситуации в мире обусловило необходимость использования концепции ноосферы В.И. Вернадского для формулировки новых принципов природопользования. Современный экологический кризис вызывает необходимость изменить характер взаимоотношений человека с природой. Ответом на этот вызов могут стать ноосферные принципы природопользования, которые кратко представлены ниже.

➤ Постоянно нарастающая техногенная нагрузка на гео- и экосистемы, а в конечном итоге на биосферу в целом была бы равносильна угрозе существованию жизни на планете Земля. Сохранение функционирования биосферы даже при искусственном целенаправленном его поддержании становится одним из необходимых условий ноосферного природопользования, общей задачей всего человечества. Глобальные задачи в этом направлении – борьба с обезлесением планеты (особенно в тропическом поясе и в таежной зоне), снижение выбросов промышленности и транспорта в атмосферу, предотвращение возможного парникового эффекта, поддержание биологического разнообразия, стабилизация генетического потенциала жизни, снижение сброса загрязняющих веществ в водоёмы.

➤ Отказ от принципа, согласно которому растущие материальные потребности населения Земли в благах и комфорте цивилизации обеспечиваются за счет наращивания массы изымаемых из природной среды ресурсов и усиления интенсивности преобразования окружающей природы. В качестве альтернативы механическому наращиванию промышленно-технического потенциала выдвигается концепция стабилизации совокупной массы производительных сил и повышения эффективности использования полезной части потребляемых ресурсов.

➤ Целесообразно соблюдение принципа соответствия специализации и структуры природопользования ландшафтно-зональной организованности природы, поскольку он позволяет соединить научные представления об объекте и реальное во-

площение взаимодействия нарушенных компонентов природной среды. Направляемое и организуемое человеком взаимодействие этих компонентов должно приближаться к ландшафтно-зональным соотношениям элементов биосферы как к наиболее устойчивой форме изменений, вносимых производством и бытом людей в окружающую природу. Планомерное формирование и восстановление ландшафтно-зональных параметров и структуры биосферы облегчат и сократят путь неизбежного возрождения природных комплексов в ходе естественной организации природы после ее преобразования в результате хозяйственной деятельности человека.

Ноосферный этап природопользования стимулирует глобализацию всех отраслей хозяйства и сфер жизни общества, ведет к началу эксплуатации естественных режимов природных систем, развитию замкнутых циклов производства, удовлетворению потребностей общества не за счёт использования новых предметов труда, а за счёт изменения форм уже находящихся в употреблении материалов. Реализация ноосферных принципов природопользования обеспечит ослабление нагрузки на биосферу и сохранение состояния ее структур, достаточность природных ресурсов, гарантированность развития человечества.

Развитие учения В.И. Вернадского о ноосфере позволило сформулировать принцип обоюдной эволюции или коэволюции человека и биосферы. Он предполагает необходимость сосуществования человека и биосферы, то есть теснейшую взаимосвязь процессов эволюции биосферы и человеческого общества.

Подразумевается, что природа и человечество развиваются параллельно, воздействуя друг на друга. Несовпадение скоростей естественного процесса, идущего очень медленно, и социально-экономического развития человечества, происходящего намного быстрее (эволюция природы длится тысячелетиями, социальное развитие человечества – веками и даже десятилетиями), при неуправляемой форме взаимоотношений ведет к деградации природной среды. Это связано с тем, что антропогенный фактор способен направлять эволюцию не столько к изменению видов, сколько к их вымиранию. Выход состоит в том, чтобы человеческое общество согласовало свои потребности с возможностями биосферы и сознательно ограничивало бы свои воздействия на природную среду. При этом общество, развиваясь по своим законам, должно обоснованно лимитировать свой интенсивный рост с расчетом обеспечения условно-естественного хода эволюции природы.

5.2. Устойчивое развитие как стратегия природопользования

Идеи В.И. Вернадского о неизбежности возникновения ноосферы на планете Земля во многом определяют современные направления глобального развития, позволяющие удовлетворить потребности человеческого общества в настоящем без ущерба интересам будущих поколений. В 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро, проходившей на уровне глав государств, была констатирована невозможность движения развивающихся стран по пути, которым пришли к своему благополучию развитые страны. Признано, что данный путь ведёт к катастрофе. В связи с этим провозглашена необходимость перехода мирового сообщества на рельсы устойчивого (сбалансированного) развития.

В докладе, подготовленном Комиссией ученых и общественных деятелей из разных стран под председательством Г.Х. Брунтланд (Норвегия), устойчивое развитие рассматривается как такое развитие, которое удовлетворяет потребностям настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Здесь выделяются два ключевых понятия: **а)** потребности – предмет первостепенного приоритета для беднейших слоев населения; **б)** ограничения, обусловленные состоянием технологии производства, организацией общества и способностью биосферы удовлетворять нынешние и будущие потребности.

Можно выделить четыре критерия устойчивого развития на длительную перспективу. Данный подход основывается на классификации природных ресурсов и динамике их воспроизводства.

➤ Количество возобновимых природных ресурсов (земля, биота и другое) или их возможность продуцировать биомассу должно не уменьшаться в течение времени, то есть, по крайней мере, должен быть обеспечен режим простого воспроизводства. Например, для земельных ресурсов это означает сохранение площади наиболее ценных сельскохозяйственных угодий или в случае уменьшения их площади – сохранение уровня производства продукции земледелия, кормового потенциала земель для сельскохозяйственных животных и прочее.

➤ Требуется максимально возможное замедление темпов истощения запасов невозобновимых природных ресурсов (например, полезных ископаемых) с перспективой их замены в будущем на другие нелимитированные виды ресурсов (например, частная замена нефти, газа, угля на альтернативные источники энергии – солнечную, ветровую и другие).

➤ Необходимо минимизировать отходы производства на основе внедрения малоотходных, ресурсосберегающих технологий.

➤ Следует стремиться к тому, чтобы загрязнение окружающей среды (как суммарное, так и по отдельным видам) в перспективе не превышало его современный уровень. Необходимо предусмотреть возможность минимизации загрязнения до социально и экономически приемлемого уровня («нулевого» загрязнения ожидать нереально).

По Н.С. Касимову, представление об устойчивом развитии – сложное интегральное понятие. Оно включает экономический, экологический и социальный аспекты.

Экономический аспект означает разумное сочетание государственной, общественной и частной собственности в народном хозяйстве, цивилизованную товарно-рыночную экономику; демонополизацию и свободную конкуренцию производителей и продавцов; производство сельскохозяйственной и промышленной продукции, культурных благ в достаточном количестве для удовлетворения основных жизненных потребностей всех жителей планеты; эффективные и гуманные средства стимулирования полезной деятельности населения.

Экологический аспект направлен на реализацию коэволюции общества и природы, человека и биосферы, восстановление относительной гармонии между ними, нацеленность всех трансформаций на формирование ноосферы; на теоретическую разработку и практическую реализацию методов эффективного использования природных ресурсов; на постепенный переход от энергетики, основанной на сжигании органического топлива, к альтернативной энергетике, использующей возобновимые источники энергии (солнце, вода, ветер, подземное тепло и прочее); на совершенствование административных, экономических и правовых методов защиты природной среды; постоянную заботу о сохранении видового многообразия биосферы; разработку и неукоснительное соблюдение эколого-нравственных норм рационального природопользования; оценку антропогенного воздействия на природу и качества окружающей среды.

Социальный аспект устойчивого развития включает права человека, безопасность жизнедеятельности, искоренение на Земле голода, нищеты и безработицы, заботу о детях и пожилых людях, больных и калеках, дошкольное и школьное общее образование, воспитание детей и подростков, развитие широкой и общественной сети профессиональных средних и высших учебных заведений.

Анализ природопользования, проведённый Т.М. Красовской в ракурсе проблемы устойчивого развития, позволил сформулировать следующие выводы:

➤ рациональное природопользование является основным условием устойчивого развития территории;

➤ анализ региональных особенностей природопользования служит основой его оптимизации;

➤ культурологический анализ природопользования целесообразно рассматривать как необходимый элемент исследования региональных особенностей природопользования наряду с геоэкологическим и экономическим;

➤ традиционное природопользование может служить схематической моделью структуры гармонизации связей между блоками «природа–население–хозяйство» в процессе природопользования.

Переход к стратегии устойчивого развития предполагает постепенное восстановление естественных экосистем до уровня, гарантирующего стабильность окружающей среды. Этого можно достичь усилиями всего человечества, но начинать движение к данной цели каждая страна должна самостоятельно. В России на основании конкретных социально-экономических условий и состояния окружающей природной среды концепция перехода к устойчивому развитию разработана и утверждена Указом Президента Российской Федерации в 1996 г.

В данной концепции отражены идеи В.И. Вернадского о ноосфере как о будущем состоянии земной оболочки, изложены общие принципы и направления перехода страны к модели устойчивого развития. Показано, что цель этого перехода – обеспечение сбалансированного решения проблем социально-экономического развития и сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала, удовлетворение потребностей настоящего и будущих поколений людей. В концепции особое внимание уделено оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС). К сожалению, эта концепция практически не реализована и пока не привела к ожидаемым позитивным результатам.

Особый статус для разработки гипотезы устойчивого развития приобретает вопрос об экологической безопасности деятельности человека. Согласно новому закону Российской Федерации об охране окружающей среды, экологическая безопасность понимается как «состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий». Из этого определения следует, что экологически безопасной может считаться такая деятельность, которая хотя и приводит к изменениям в состоянии природного окружения, но не вызывает в нем структурных и функциональных нарушений и сохраняет ресурсы самовосстановления гео- и экосистем. Если под состоянием гомеостаза экосистемы понимать её способность поддерживать свою жизнедеятельность в условиях антропогенных нагрузок, то экологически безопасная деятельность – это деятельность, не нарушающая гомеостаз природных комплексов. Другими словами, экологически безопасная деятельность допускает изменения показателей состояния гео- и экосистем, однако они не должны выходить за пределы их естественных колебаний.

Для обеспечения экологически безопасной хозяйственной деятельности необходимы экологические нормативы, характеризующие как пределы гомеостаза по показателям строения и функционирования экосистем, так и меру допустимых антропогенных нагрузок, при которых экосистемы не выходят за пределы гомеостаза. Разработка подобных нормативов представляет чрезвычайно сложную, а в ряде случаев практически нерешаемую задачу. Поэтому экологически безопасной предложено считать такую деятельность человека, при которой её воздействия на окружающие гео- и экосистемы не превосходят изменений, признанных допустимыми или приемлемыми для общества в данном регионе для данного вида деятельности. При этом качество условий жизни населения в регионе должно соответствовать санитарно-гигиеническим нормативам. Показатели допустимых изменений компонентов и элементов гео- и экосистем, а также санитарно-гигиенические качества условий жизни населения устанавливаются на все время существования и эксплуатации хозяйственных объектов как для условий их нормативной работы, так и для случаев нарушения заданного режима.

В настоящее время устойчивое развитие всё чаще трактуется как процесс, обозначающий новый вид функционирования цивилизации, основанной на радикальных изменениях ее исторически сложившихся параметров – экономических, социальных, экологических, культурологических и др. По существу, ставится задача оптимального управления не только природно-ресурсным потенциалом, но и всей совокупно-

стью природно-социокультурного богатства, которым располагает цивилизация на конкретном этапе современного всемирно-исторического развития.

5.3. Экономическая эффективность природопользования

Природные ресурсы, которыми богата Россия и которые находят широкое применение в народном хозяйстве, обладают высокой экономической ценностью (стоимостью), поэтому в настоящее время особое значение приобретает определение экономической эффективности их использования.

Одним из важнейших показателей экономической ценности природных ресурсов выступает показатель природоёмкости, определяемый как отношение объемов используемых ресурсов и конечной продукции, полученной на их основе с учетом удельных величин загрязнений. Показатель природоёмкости может отражать как уровень всей экономики страны, так и определённых отраслей производства. Во втором случае учитываются отдельные звенья производственной цепи. Что касается удельной величины загрязнений, то последняя определяется на величину конечной продукции определённой отрасли хозяйства. Измерение показателя природоёмкости может производиться как в стоимостной форме (например, руб./руб.), так и в натурально-стоимостной форме – в т/руб. (например, в величине топлива на единицу конечной продукции).

Естественно, чем меньше показатель природоёмкости, тем эффективнее процесс преобразования природного вещества в конечную продукцию, тем меньше количество отходов производства и величина загрязнения окружающей среды.

Сам по себе показатель природоёмкости не является идеальным, поскольку не может быть идеальных величин в любой отрасли производства. Его главное достоинство проявляется при сравнении (прежде всего во времени) с подобным показателем одной и той же отрасли хозяйства, разных технологий производства, той же отрасли в различных странах. В настоящее время экономики развивающихся стран и стран с переходной экономикой чрезвычайно природоёмки, они требуют большого удельного расхода природных ресурсов и соответственно выделяют большие объёмы загрязнений по сравнению с подобными отраслями развитых стран.

Так, энергетические затраты (энергоёмкость) на единицу конечной продукции в Российской Федерации больше по сравнению с развитыми странами в два-три раза. С одной стороны, это объяснимо (Россия – северная страна и нуждается в большем количестве топливных ресурсов), но с другой – тщательный анализ уровня развития хозяйства показывает, что главной причиной высокой энергоёмкости является технологическое отставание в энергетике и других отраслях производства.

Другой характерный пример – расходование лесных ресурсов на производство картона и бумаги по сравнению с ведущими лесными державами мира. Показатель природоёмкости в этом случае равен частному деления количества вывезенной древесины на объем производства бумаги и картона. По затратам лесных ресурсов на одну тонну бумаги Россия превосходит развитые страны в четыре-шесть раз.

6. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

6.1. Использование природных ресурсов и концепция ресурсных циклов

Сфера общественного производства, связанная с использованием естественных ресурсов, включает ресурсопотребление, ресурсопользование и воспроизводство ресурсов (хотя границы между потреблением и использованием в ряде случаев весьма условны).

Ресурсопотребление включает отрасли производства, связанные с изъятием из природы вещества и энергии и с образованием большой массы отходов, сохраняющих природную форму (добыча минерального сырья и топлива, лесозексплуатация, водопотребление, рыболовство, охота). В данную группу входят также отрасли первичной переработки сырья и топлива – теплоэнергетика, металлургия, нефтепереработка, химическая промышленность, производство стройматериалов, переработка сельскохозяйственного и древесного сырья. Эти отрасли осуществляют преобразование первичного сырья и формируют основную массу отходов, загрязняющих природную среду и уже имеющих преобразованную форму.

Ресурсопользование включает отрасли производства, сочетающие изъятие вещества из природы с его воспроизводством на основе использования природных процессов и их стимулирования. В эту группу входят земледелие, животноводство, рекреация, гидроэнергетика, транспорт, строительство. В процессе использования ресурсов нередко происходит загрязнение природной среды, изменение различных свойств гео- и экосистем, а в ряде случаев и нарушение их структуры.

Воспроизводство природных ресурсов направлено на расширенное получение природных ресурсов, поддержание прежнего состояния природных компонентов и комплексов, восстановление нарушенных объектов природы. В группу воспроизводящих отраслей входят лесоразведение, рыбозаводство, звероводство, рекультивация и мелиорация земель, регулирование стока, очистка воздуха, вод и почв от загрязнения, заповедная деятельность. К ним относятся также отрасли производства, выполняющие задачу обеспечения необходимого прироста и повышения продуктивности природных ресурсов (геологоразведка, лесная таксация).

Изучение обмена веществ и энергии имеет важное значение для решения задач рационализации природопользования и оптимизации состояния окружающей среды. В связи с этим определенный научный интерес вызывает концепция ресурсных циклов, разработанная И.В. Комаром.

Под **ресурсным циклом** понимается совокупность превращений и перемещений определённого природного вещества (или группы веществ) в процессе использования его человеком (включая его выявление, добычу, переработку, потребление и обратное возвращение в природу). Эти превращения и перемещения протекают в рамках общественного звена общего круговорота вещества (или веществ) на Земле.

Каждый ресурсный цикл тесно связан с соответствующим подразделением общественного производства, использующего тот или иной главный вид естественных ресурсов (например, энергетических, рудных, лесных и прочих) и обрастающего обычно множеством сопутствующих производств на базе разностороннего потребления данного ресурса и дополнительно вовлекаемых в производственный процесс природных материалов.

Вместе с тем ресурсный цикл, как следует из определения И.В. Комара, охватывает не только собственно производственную, но и все остальные стадии обмена веществ между обществом и природой. Важно и то, что ресурсные циклы, основанные на использовании возобновляемых природных ресурсов (например, почвенных, растительных), включают также стадию воспроизводства этих ресурсов, связанную с воздействием человека на соответствующие звенья биологического круговорота веществ.

В современном общественном производстве И.В. Комар выделил шесть основных ресурсных циклов с рядом подциклов:

- I* – энергоресурсов и энергии с энергохимическим подциклом;
- II* – металло-рудных ресурсов и металлов с коксохимическим подциклом;
- III* – неметаллического ископаемого сырья с несколькими подциклами (горнохимическим, минерально-строительных материалов и др.);
- IV* – лесных ресурсов и лесоматериалов с лесохимическим подциклом;
- V* – земельно-климатических ресурсов и сельскохозяйственного сырья;
- VI* – ресурсов лесной фауны и флоры с группой подциклов, развивающихся на основе биологических ресурсов вод, наземных ресурсов охотничьего промысла и прочее.

Поставлен вопрос о выделении особого водно-ресурсного цикла, но этот вопрос, по мнению автора, нуждается в дополнительном изучении, так как вода в качестве сопутствующего вещества обычно входит во все ресурсные циклы.

6.2. Эколого-географические и социальные требования к рациональному природопользованию

Эти требования исходят из главного принципа рационального природопользования: экономическая специализация и организация хозяйства, социальное устройство общества должны соответствовать природно-ресурсной обеспеченности (потенциалу) территории, ресурсовоспроизводящей и средовосстановительной функциям гео- и экосистем, их естественной способности противостоять антропогенным воздействиям. Его соблюдение не ведёт к резкому изменению природно-ресурсного потенциала территорий и акваторий, нарушению наиболее устойчивых взаимосвязей в природе, существенному ухудшению условий окружающей среды, а также жизни и деятельности человека (рис. 6.1).

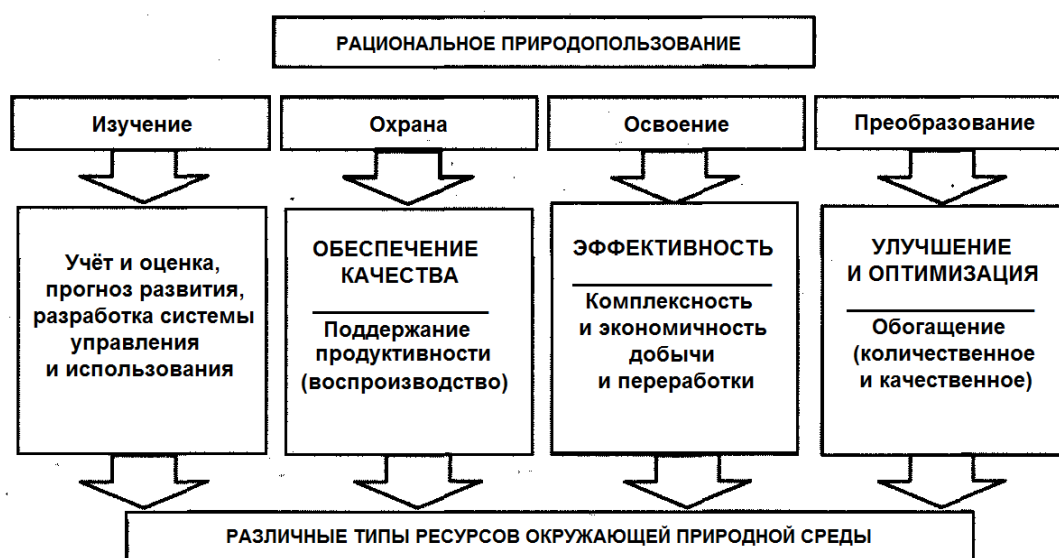


Рис. 6.1. Основные принципы рационального природопользования

Комплексный подход к изучению и использованию природных ресурсов означает выявление, учёт и оценку всего многообразия ресурсов территории, рассмотрение объектов использования как составной части целого природного комплекса, определение всех возможных последствий изменений природы, обоснование и выбор таких путей хозяйственной деятельности, которые позволяют наиболее полно использовать ресурсы, сократить отходы и минимизировать отрицательное воздействие на окружающую среду.

Одно из направлений реализации комплексного подхода – создание территориально-производственных комплексов. Они дают возможность более полно использовать имеющиеся ресурсы (особенно сырьевые и энергетические) и тем самым снизить вредную нагрузку на окружающую среду. Территориально-производственные комплексы имеют определенную специализацию, сконцентрированы в пределах компактной территории, обладают единой производственной и социальной инфраструктурой (коммуникации, потоки вещества и энергии и прочее). Это создает предпосылки для развития комплексных энерго- и ресурсосберегающих производств, для максимально возможной утилизации отходов и использования вторичных продуктов.

Другое направление реализации названного выше подхода к использованию природных ресурсов – разработка и осуществление региональных экологических программ и территориальных комплексных схем охраны природы (ТерКСОП).

Важное требование рационального природопользования – необходимость разработки и выполнения экологических нормативов, правил, стандартов и других регламентов, регулирующих хозяйственную деятельность по использованию природных ресурсов. Действующие в настоящее время в нашей стране **природоохранные нормативы** можно разделить на три основные группы.

➤ **Строительные нормы и правила (СНиПы)** по проектированию и строительству хозяйственных объектов, используемые в проектной и градостроительной практике. Основное назначение СНиПов – установление единых требований к проектированию и строительству этих объектов, предусматривающих улучшение различных экономических показателей, а также охрану окружающей природной среды и рациональное использование природных ресурсов. СНиПы чётко обозначают объекты (промышленные, транспортные, сельскохозяйственные и другие), на которые распространяется данный документ, и наряду с техническими требованиями включают природоохранные нормы, ограничивающие воздействие проектируемых объектов на природную среду.

➤ **Государственные стандарты (ГОСТы)** – нормативные документы, определяющие единые понятия, методы и характеристики явлений и процессов, имеющих юридическое значение. В настоящее время действуют более 70 ГОСТов в области охраны природы. Преобладают стандарты по охране отдельных природных компонентов. Наиболее полно разработаны комплексы стандартов по охране атмосферы, гидросферы и земель. Охране биоты посвящены только два стандарта – терминологический по охране лесов и ГОСТ, содержащий общие требования по охране лесов и зелёных насаждений. По охране ландшафтов действует лишь терминологический ГОСТ 17.8.1.01-86.

➤ **Санитарно-гигиенические и экологические нормативы.**

Отмечено, что, несмотря на широкое применение в практике природопользования, санитарно-гигиенические нормативы обладают рядом недостатков: **а)** ПДК, ПДВ и ПДС характеризуют далеко не все загрязнители природной среды; **б)** многие из них были разработаны ещё в 60-х гг. XX века и нуждаются в уточнении; **в)** они дают представление лишь о двух состояниях природной среды (в пределах нормы и за её пределами), что недостаточно, так как практически нормы ПДК во многих случаях не выполняются. В связи с этим необходима большая работа по улучшению методики определения нормативов, установлению их для тех загрязнителей, которые ещё не регламентированы, расширению диапазона экологических ситуаций, описываемых нормативами. Задачи первостепенной важности – разработка комплексных показателей (в частности, норм нагрузок на ландшафты), характеризующих состояние как отдельных природных компонентов, так и комплексов в целом.

В последние годы разрабатывается концепция экосистемного нормирования, согласно которой нормативы должны отражать внутренние свойства и потенциальные возможности природных систем. В качестве экологических нормативов предлагается использовать комплексные показатели устойчивости экосистем и ландшафтов. Имеется в виду, что, с одной стороны, они должны характеризовать структуру и функционирование экосистем (через продуктивность, видовое разнообразие, интенсивность процессов и другие параметры), а с другой – определять максимально допустимые пределы вмешательства человека в природные комплексы при условии сохранения ими основных социально-экономических функций. В последнем случае антропогенные изменения экосистем и ландшафтов не должны выходить за пределы естественных колебаний их параметров.

6.3. Пути рационального использования природных ресурсов

Рациональное использование природных ресурсов тесно связано с улучшением их инвентаризации, реализацией экологических принципов ресурсопотребления и ресурсопользования (экологизацией технологических процессов), устранением или смягчением негативных последствий хозяйственной деятельности человека.

Инвентаризация природных ресурсов – это учет количества, качества, динамики запасов, формы и степени эксплуатации естественных ресурсов территории. Так, при инвентаризации лесов подсчитывают их площади, выявляют степень лесистости и видовой состав леса, определяют запасы древесины и ее ежегодный прирост, изучают организацию и состояние лесного хозяйства. Инвентаризация ландшафтов, помимо определения их различных параметров, включает комплексное картографирование территории и составление ландшафтной карты территории.

В связи с интенсивным использованием и истощением природных ресурсов особое значение приобретает вопрос об улучшении методов их учета. В настоящее время наряду с традиционными способами изучения ресурсов (наблюдения за режимом и качеством вод в водоёмах, бонитировка сельскохозяйственных земель, лесная таксация и другое) широко применяют аэрокосмические методы исследований и компьютерную обработку полученных результатов.

Аэрокосмические методы позволяют с большой точностью выявить площади естественных и антропогенных ландшафтов, определить биомассу и продуктивность лесных и сельскохозяйственных угодий, экологическое состояние нарушенных земель, провести ресурсное картографирование территорий. Благодаря космическим снимкам становится возможным оперативное слежение за ходом изменения различных характеристик земельных и биологических ресурсов, а также за проявлением неблагоприятных природно-антропогенных процессов (например, лесных пожаров) во времени и пространстве. Анализ снимков даёт возможность не только оценить современное состояние ресурсов, но и составить прогноз их изменений под влиянием хозяйственной деятельности человека.

Постоянно возрастающий объём информации о состоянии природных ресурсов, получаемой в процессе исследований, поставил вопрос о создании специальных систем по компьютерной обработке и хранению полученных материалов. Этой цели служат геоинформационные системы (ГИС) – системы сбора, хранения, преобразования эколого-географических данных о состоянии окружающей природной среды, основанные на применении средств вычислительной техники и автоматики.

Центральная подсистема ГИС – информационный блок (банк, база данных), представляющий собой своеобразный фонд компьютерного хранения систематизированной информации – карт, аэро- и космических снимков, таблиц, обработанных данных наблюдений и других материалов, подобранных в соответствии с целевой ориентацией ГИС и природными и социально-экономическими особенностями территории.

Применительно к учёту ресурсов *банк данных должен включать блоки*, которые характеризуют:

- картографическую базу (цифровые топографические карты, материалы аэро- и космической съёмки, специальные ресурсные карты и прочее);
- параметры состояния природных ресурсов и так называемые кадастры ресурсов;
- экологическую обстановку на территории региона (чрезвычайные экологические ситуации, лесные пожары, результаты мониторинга, состояние объектов повышенной опасности и другое). Банк данных постоянно пополняется свежей информацией, что позволяет обновлять имеющиеся материалы и оперативно выдавать их заинтересованным организациям и лицам.

Инвентаризации в первую очередь подлежат незаменимые и невосполняющиеся ресурсы. Особого внимания заслуживают такие элементы природы, которым грозит быстрое уничтожение, если не будут приняты соответствующие меры охраны (исчезающие виды растений и животных, памятники природы).

Одним из важнейших результатов инвентаризации является создание кадастров природных ресурсов – систематизированных сводов или своеобразных банков данных, включающих качественные и количественные описания ресурсов, а в ряде случаев и их эколого-экономическую оценку. Они необходимы для организации эффективного использования ресурсов, рационального размещения и определения спе-

циализации хозяйственных объектов, для проведения природоохранных мероприятий. На базе кадастров определяют экономическую оценку природных ресурсов, их продажную цену, стоимость мер по восстановлению и оздоровлению окружающей среды.

К составлению кадастров сложились два основных подхода: отраслевой (по отдельным видам природных ресурсов) и региональный (по республикам и областям бывшего СССР и России). К отраслевым кадастрам относят земельный, полезных ископаемых, водный и лесной.

Под экологизацией понимают разработку и внедрение таких технологических принципов и методов производства, которые способны нанести минимальный ущерб окружающей природной среде и человеку. Для определения эффективности разработанной технологии необходима экологическая оценка последствий её применения. Такая оценка включает:

- определение меры экологической опасности выбранных способов производства и технологических процессов;
- определение степени вредности выбросов и сбросов в окружающую природную среду;
- определение опасности выпускаемой продукции, отходов производства, их хранения и использования.

Нормативная основа экологической оценки – это, прежде всего, соблюдение действующих нормативов технологии добычи и переработки сырья, землеёмкости, ресурсоёмкости, отходности, а также санитарно-гигиенических нормативов. При сравнении решений по разработке экологически безопасных технологий необходимо оценить их уникальность по зарубежным аналогам. После сопоставления технологических характеристик и существующих нормативов определяют необходимые ограничения для внедрения технологии, допустимые условия её применения, а также уровень превышения санитарно-гигиенических нормативов над зональными нормативами для данного ландшафта с учётом его антропогенного загрязнения. Затем определяют степень экологической опасности выбранной технологии. Если на завершающей стадии оценки отмечают высокую опасность технологий, необходима разработка технологической альтернативы.

Экологизация технологических процессов предполагает комплексное и интенсивное использование природных ресурсов, экономный расход сырья, внедрение ресурсосберегающих и малоотходных технологий, переработку отходов производства, разработку и введение экологического паспорта предприятий. Эти требования (принципы) тесно связаны между собой и по существу образуют звенья одной эколого-технологической цепочки.

Комплексное использование природных ресурсов предусматривает всесторонность их освоения. Для этого производство комбинируют по принципу глубокой или полной переработки исходного сырья, наиболее полного использования продуктов переработки и отходов, когда в технологическую цепочку вовлекаются разные по степени ценности компоненты. Внедрение комплексных методов переработки древесины позволяет соединить на одном предприятии лесопиление, изготовление мебели, тары и других видов продукции из древесины, а также получение целлюлозы, бумаги, древесно-стружечных и древесно-волокнистых плит, гидролизных дрожжей, древесного спирта и другого. При этом перерабатывают основную часть отходов лесозаготовок и лесопиления.

Интенсификация использования природных ресурсов – это увеличение количества полезной продукции, получаемой из единицы объёма или площади ресурса в результате дополнительного вложения, но без расширения вовлеченного в эксплуатацию географического пространства. В сельском, лесном и рыбном хозяйствах интенсификация предусматривает переход от промысла (изъятия части биомассы без её культивирования) к хозяйству (получению биомассы в результате её культивирования). При этом получение больших урожаев с полей прежнего или меньшего размера должно непременно сочетаться с мероприятиями по сохранению плодородия почв и

предотвращению неблагоприятных процессов, связанных с производственной деятельностью человека.

С комплексностью и интенсификацией производства связано использование отходов и вторичного сырья. Прогресс в области техники и технологии позволяет уже сейчас вернуться к отработанным месторождениям полезных ископаемых. Много сырья осталось неизвлечённым в отходах обогатительных фабрик (никеля до 30 %, кобальта до 50 %). Задача состоит в том, чтобы выявить наиболее перспективные запасы сырья, содержащегося в отработанных месторождениях, отходах обогатительных фабрик, металлургических заводов, и начать их активное использование.

6.4. Рациональное использование минеральных ресурсов

Минеральными ресурсами принято называть полезные ископаемые, извлеченные из недр земли. Полезные ископаемые – это природные вещественные составляющие литосферы, которые при данном состоянии развития техники и технологии могут быть достаточно экономно извлечены и использованы в народном хозяйстве как минеральное сырьё или источники энергии.

Современное хозяйство использует около 200 видов полезных ископаемых. Единой общепризнанной системы их классификации пока не создано. Широко применяют классификацию полезных ископаемых, построенную по признаку направления их использования. Выделяют:

1. топливно-энергетическое сырьё (нефть, уголь, газ, уран),
2. чёрные, легирующие и тугоплавкие металлы (руды железа, марганца, хрома, никеля, кобальта, вольфрама и другое),
3. цветные металлы (руды алюминия, меди, свинца, цинка, ртути и прочих),
4. благородные металлы (золото, серебро, платиноиды),
5. химическое и агрономическое сырьё (калийные соли, фосфориты, апатиты),
6. техническое сырьё (алмазы, асбест, графит и другое),
7. флюсы и огнеупоры,
8. строительные материалы.

Решение проблемы рационального использования минеральных ресурсов особенно актуально и возможно на основе комплекса следующих подходов:

- создание новых высокоэффективных способов геологической разведки полезных ископаемых, ресурсосберегающих методов добычи и переработки минерального сырья;
- комплексный подход к изучению недр, добыче и переработке полезных ископаемых, внедрение прогрессивных технологий, позволяющих как можно шире использовать извлекаемые компоненты;
- сокращение потерь первичного сырья и промежуточных продуктов производства на всех этапах освоения и использования запасов недр, особенно на стадиях обогащения и переработки сырья;
- создание новых веществ, в частности путем органического синтеза минеральных соединений и прочее.

Важное ландшафтно-экологическое требование к рациональному использованию и охране недр и геологической среды – максимальная экологизация проектирования, строительства и эксплуатации горно-добывающих и перерабатывающих предприятий, а также проектов различных видов строительных работ. В проектах необходимо учитывать влияние техногенных нагрузок на природную среду, которые вызывают негативные изменения в окружающих ландшафтах. Для поддержания оптимальной структуры измененных ландшафтов необходимо отсыпать отвалы на неудобных землях, рекультивировать заброшенные карьеры, применять способы разработки полезных ископаемых, минимально загрязняющие атмосферный воздух, воды и почвы прилегающих ландшафтов.

6.5. Охрана и рациональное использование климатических ресурсов

Рациональная организация производства (и, прежде всего, сельского хозяйства) невозможна без должного учёта климатических ресурсов. К этим ресурсам относят такие элементы климата, как тепло, влага, свет, воздух, которые, наряду с поставляемыми из почвы питательными веществами, представляют собой обязательные условия жизни растений и животных и поэтому рассматриваются как факторы существования живых организмов.

Структура солнечной радиации, количество света и влаги в определенной степени зависят от состояния воздуха. Как известно, воздух представляет собой смесь газов, в состав которых входят такие важные для жизнедеятельности организмов газы, как кислород, азот и диоксид углерода. Некоторые из них – ценные ресурсы для промышленного производства (например, атмосферный азот вместе с водородом используют для синтеза аммиака).

Главное требование к охране атмосферного воздуха – строгое соблюдение установленных норм и правил, регламентирующих загрязнение атмосферы; регулярное слежение и контроль за экологическим состоянием и антропогенным изменением атмосферного воздуха в целях последующей оценки, прогноза и управления этим состоянием (т. е. мониторинг атмосферы); внедрение малоотходных технологий и производств; разработка и внедрение более совершенных установок по улавливанию, утилизации и обезвреживанию вредных отходов и веществ; разработка норм и правил по ограничению воздействия нестационарных источников загрязнения, негативно влияющих на воздушную среду.

Важный принцип охраны и рационального использования климатических ресурсов – правильный выбор места сооружения промышленных и сельскохозяйственных предприятий. В проектах должен быть обоснован выбор района размещения объекта с учетом ландшафтно-метеорологических условий, должны содержаться данные о допустимых уровнях загрязнения атмосферы согласно нормативным документам, требования к организации санитарно-защитной зоны, обосновываться намечаемые мероприятия по очистке и утилизации загрязняющих веществ.

6.6. Рациональное использование и охрана водных ресурсов

К наиболее ценным видам водных ресурсов относят воды рек, озер, водохранилищ, верхние горизонты подземных вод, которые активно участвуют в процессе круговорота воды на Земле. По ресурсам речных и озёрных вод Россия занимает ведущее место в мире. Только в уникальном озере Байкал сосредоточено около 1/5 мировых запасов пресной воды и более 4/5 запасов России. При общем объеме 23 тыс. км³ в озере ежегодно воспроизводится около 60 км³ редкой по чистоте природной воды. Суммарный среднесуточный сток рек Российской Федерации составляет около 4260 км³/год (второе место в мире после Бразилии), потенциальные эксплуатационные запасы подземных вод достигают 316 км³/год.

Как известно, водные ресурсы относятся к неистощимым и (в принципе) запасов пресной воды в гидросфере Земли вполне достаточно, чтобы обеспечить все потребности человеческого общества. Тем не менее, их нерациональное использование и крайне неравномерное распределение по поверхности суши создают серьезную угрозу дефицита чистой пресной воды даже в районах с достаточным количеством выпадающих атмосферных осадков. Более того, в ряде районов мира (в том числе и России) такой дефицит уже стал суровой реальностью.

Важным направлением рационального использования и охраны водных ресурсов по-прежнему считается совершенствование способов очистки промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных сточных вод. При очистке сточных вод наряду с известными механическими, химическими и биологическими методами необходимо внедрять такие способы обработки стоков, как электрохимические, сорбционные, магнитные. В

последние годы получили развитие мембранные технологии. Разработаны и начали применяться системы биологической очистки нового поколения – гидроботанические площадки, пруды-биофильтры, искусственные болота с биоценозами макрофитов.

6.7. Рациональное использование и охрана земельных ресурсов

К земельным ресурсам относят земли, систематически используемые или пригодные к использованию для конкретных хозяйственных целей и отличающиеся по природно-историческим признакам. Они рассматриваются как: **а)** ресурсы пахотных и других сельскохозяйственных угодий, главное средство для получения продовольственной продукции; **б)** территориальный ресурс, пространственный базис для несельскохозяйственных отраслей производства.

В первую очередь понятие «земля» ассоциируется, прежде всего, с понятием «почва». Почва – это уникальный природный компонент, обладающий плодородием, то есть определяющий урожайность растений. Одним из важнейших показателей уровня плодородия почв является мощность гумусового слоя и содержания гумуса в почве. Гумусовый слой – это кладовая, из которой растения получают необходимые им питательные вещества.

Важнейшим направлением рационального использования и охраны земельных ресурсов в данной ситуации становится экологизация землепользования во всех сферах производственной деятельности человека. Она означает установление и поддержание оптимального соотношения площадей пашни, лесов, населенных пунктов, лугов, пастбищ и других угодий, максимальное сохранение продуктивных сельскохозяйственных земель, прекращение отвода плодородных пахотных земель, мелиорированных угодий и ценных лесных территорий для несельскохозяйственных целей. Экологизация предполагает постоянную заботу о плодородии почв, осуществление противоэрозионных мер с введением почвозащитных севооборотов и посадкой лесных полос и насаждений, задерживающих поверхностный сток, снижающих скорость ветра и предохраняющих почву от разрушения. Экологизация предусматривает также возврат угодий, временно изъятых из сельскохозяйственного производства, рекультивацию нарушенных земель.

6.8. Рациональное использование и охрана биологических ресурсов

Биологические ресурсы (растительные и животные организмы, используемые людьми для получения необходимых им материальных благ) играют особую роль в биосфере. Зелёные растения – первоисточники существования и развития жизни на Земле благодаря свойству фотосинтеза. В процессе фотосинтеза растения из диоксида углерода и воды создают органическое вещество, служат источником ценных продуктов питания (зёрна, овощи, плоды и прочее), сырья для промышленности и строительства. Растения активно участвуют в формировании газового состава атмосферы и в образовании гумуса почвы, обеспечивая её высокое плодородие. Растительность, прежде всего лесная, рассматривается как продуцент кислорода, хранитель воды, защитник почв от разрушения, регулятор климата, источник продовольствия и благоприятной среды для человека и животных.

Особенность биологических ресурсов состоит в том, что они способны к относительно быстрому возобновлению (за период от нескольких лет до нескольких десятков лет). Однако эта способность проявляется лишь тогда, когда интенсивность их использования не превышает скорости их самовосстановления. В противном случае они истощаются и в конечном итоге могут исчезнуть.

В таких условиях главным принципом рационального использования и охраны биологических ресурсов выступает требование, согласно которому изъятие этих ресурсов не должно превышать уровень их естественного возобновления (рубка леса в

пределах расчетной лесосеки, охота в рамках ежегодного восстановления численности животных и другое).

В России естественным путём восстанавливается около трети ежегодно вырубемых лесов, для остальных требуются специальные меры по их возобновлению. На 50 % площади рубок достаточно только мер содействия естественному возобновлению, на остальной – необходимы посев и посадка деревьев. Положительно сказывается на восстановлении лесов их очистка от остающихся после рубки ветвей, коры, хвои.

В воспроизводстве лесов существенную роль играют способы их эксплуатации. В настоящее время для получения древесины используют сплошные, реже – группово-выборочные, постепенные и выборочные рубки леса. При сплошных рубках за один прием вырубается весь древостой, что обеспечивает получение максимума древесины с единицы площади и минимальную стоимость заготовительных работ. Но при этом на обширных территориях почти прекращается или резко замедляется процесс самовосстановления лесных насаждений.

При группово-выборочных и постепенных рубках сводится от 30 до 60 % насаждений. По сравнению со сплошными рубками это увеличивает количество делянок, длину транспортной сети и, соответственно, стоимость заготовок. Но группово-выборочные и постепенные рубки сокращают срок выращивания спелых насаждений и в значительной степени обеспечивают естественные процессы самовосстановления лесов.

При выборочных рубках сводится менее 25-40 % древостоя. Этот способ максимально сохраняет лесные насаждения, обеспечивая полное естественное самовосстановление древостоев. Тем не менее, выход древесины с единицы площади оказывается наименьшим, а стоимость её заготовки – самой высокой. Поэтому выборочные рубки пока применяют на ограниченных территориях, хотя именно они в наибольшей степени отвечают интересам охраны и воспроизводства леса.

Известно, что сокращение численности и уменьшение продуктивности многих видов живых организмов связаны с преобразованием их местообитаний. В связи с этим выделяют ещё один принцип улучшения состояния биологических ресурсов – сохранение и восстановление исходных условий существования растений и животных.

Для сохранения местообитаний целесообразно поддерживать оптимальную мозаичность (разнообразие) ландшафтов с чередованием лесных массивов, болот, лугов, озёр, полей, защитных лесных полос и других угодий. Это способствует разведению (а следовательно, и использованию) полезных видов зверей и птиц в условиях природно-антропогенных ландшафтов. Одновременно для сохранения и поддержания численности промысловых животных необходимо резко сокращать или предотвращать загрязнение окружающей природной среды (особенно промышленными отходами и пестицидами), вводить ограничения на охоту и рыболовство, активно применять различные биотехнические мероприятия.

6.9. Принципы рационального использования рекреационных ресурсов

Рекреацией называют восстановление и поддержание здоровья и трудоспособности людей посредством отдыха на природе, туризма и оздоровительных центров.

В процессе рекреационной деятельности широко используется понятие «рекреационные ресурсы» – природные, природно-антропогенные, антропогенные комплексы и их компоненты, которые позволяют восстанавливать израсходованные в процессе труда и развивать физические и духовные силы человека. Часто выделяют климатические, водные, гидроминеральные, лесные, горные, социально-культурные (памятники истории и культуры) и другие виды ресурсов. В рекреационном природопользовании в качестве ресурсов может выступать красота ландшафта, пейзажное разнообразие местности, материальная и духовная культура страны, экзотичность природы, уникальность архитектуры.

Рекреационные ресурсы обладают рядом характерных свойств. Их значительная часть практически неисчерпаема – климатические ресурсы, ресурсы гор, побережья и водоемов. Они обладают динамичностью, которая проявляется в том, что появляются все новые и новые виды отдыха. Развитие водного слалом, авторалли, спортивного и экологического туризма приводит к освоению новых территорий и акваторий.

Как правило, рекреационное природопользование ориентируется не на один, а на несколько видов ресурсов. Это могут быть одновременно климатические, водные, лесные ресурсы, возможны различные сочетания. Поэтому выделяют виды рекреационного природопользования, использующие комплекс ресурсов:

1. санаторно-курортное лечение (климато-, бальнео- и грязолечение);
2. оздоровительное – купально-пляжное и прогулочное;
3. спортивное – спортивный туризм, альпинизм, рыболовство и охота;
4. эколого-рекреационное – посещение преимущественно природных комплексов и объектов, имеющих особую экологическую и эстетическую ценность, – национальных и природных парков, аквапарков, памятников природы и других особо охраняемых природных территорий;
5. познавательный туризм – посещение исторических мест, круизы по странам и городам;
6. организация садоводческих и дачных участков.

Исходный принцип рационального использования рекреационных ресурсов – это требование, согласно которому их эксплуатация должна соответствовать туристско-рекреационному потенциалу территории, ресурсо-воспроизводящей и средовосстановительной функциям гео- и экосистем, их естественной способности противостоять антропогенным воздействиям. При осуществлении и проектировании рекреационной деятельности необходимо также учитывать отрицательное воздействие на природную среду различных видов самой рекреации. Среди отрицательных воздействий выделим: замусоривание территорий и потерю их эстетической ценности, загрязнение водных объектов сточными водами и воздушной среды в связи с использованием транспортных средств в туристских целях, шумовое загрязнение, деградацию природных комплексов в результате несоблюдения норм предельно допустимых нагрузок, в частности развитие эрозионных процессов, сокращение биоразнообразия, изъятие из хозяйственного пользования значительных площадей, смену типа хозяйственного использования территорий, ухудшение состояния природных и культурно-исторических памятников, объектов и территорий в связи с их интенсивным использованием в туристских целях и другое.

Рациональное использование туристско-рекреационного потенциала невозможно без учета антропогенной нагрузки и определения уровня устойчивости используемых природных и природно-антропогенных геосистем. **Рекреационная нагрузка** – это посещаемость рекреантами единицы площади территории в единицу времени. Обычно её измеряют количеством отдыхающих на один га (чел./га). **Устойчивость** можно рассматривать как свойство природной геосистемы противостоять рекреационным нагрузкам до того предела, за которым она теряет способность к ресурсо- и средовосстановлению.

Известно, что при чрезмерных рекреационных нагрузках в лесных ландшафтах значительно уплотняется почва, обедняется и сменяется напочвенный покров, резко сокращается и даже исчезает подрост, усыхают молодые деревья. Постепенно исчезает лесная подстилка, подавляется почвенная фауна, иссушаются почвы и заметно снижается их плодородие. В результате наблюдается прогрессивное падение текущего прироста деревьев. Увеличение среднего диаметра при падении текущего прироста – показатель старения экосистемы леса. При ускорении этого процесса возобновление деревьев подавляется, и лес может погибнуть.

Отсюда следует, что величина отношения текущего прироста к среднему диаметру деревьев в условиях ненарушенных экосистем характеризует их рекреационную ёмкость. Рекреационная ёмкость понимается как максимальное количество рекреантов

(чел./га), влияние которых за определённый период (например, в течение года) не может существенно уменьшить эту величину. Одновременно показатель ёмкости может рассматриваться в качестве предельной рекреационной нагрузки на данную экосистему. Как показали наблюдения, в сухих сосновых биогеоценозах предельная нагрузка составляет два-три чел./га в один час, в свежих сосняках и ельниках – 5-8, во влажных сосняках и ельниках – 8-15, в условиях свежих и влажных пойменных низменных лугов – 20-30 чел./га.

Определение рекреационной ёмкости и устойчивости ландшафтов – исходное основание для планирования и осуществления рекреационной деятельности. Конкретные меры по рациональному использованию рекреационного потенциала тесно связаны с типом природопользования. Выделяют **три основных типа рекреационного природопользования**.

Первый тип характеризует использование условно неизменных ландшафтов, как правило, слабо приспособленных для рекреационной деятельности (ландшафты природных национальных парков, лесопарковых массивов, зелёных зон городов). Основное направление природопользования – выбор наиболее оптимальных и в то же время достаточно устойчивых для заданных видов отдыха участков, охрана естественных ландшафтов, поддержание гармонических отношений между рекреационными нагрузками и устойчивостью природных геосистем, с тем чтобы предупредить деградацию ландшафтов. Конкретно это выражается в регулировании норм нагрузок на биоценозы.

Второй тип связан с использованием преобразованных ландшафтов (природно-антропогенных геосистем). В них сохраняется естественная основа большинства компонентов. К объектам второго типа относятся, прежде всего, ландшафты лесопарков, охотничьих хозяйств, загородных зон отдыха.

Третий тип характеризуется созданием искусственных антропогенных ландшафтов, отдельных их компонентов – лесных насаждений, искусственных пляжей, каналов и объектов, способствующих рекреации. Фактически формируются природно-технические геосистемы, где технические компоненты существенно определяют рекреационную устойчивость и комфортность созданных объектов. К ним относятся, в первую очередь, искусственные парки, сады, водохранилища, курортно-оздоровительные комплексы и другое.

7. УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ

7.1. Понятие о мелиорации, её объектах и классификация мелиорации

Направленное улучшение свойств и функций природных и природно-антропогенных систем – одна из важнейших составляющих процесса рационального природопользования. Необходимость их улучшения связана с двумя основными причинами.

Во-первых, под действием антропогенного фактора глубокие изменения природных компонентов и комплексов часто не только имеют негативный характер, но и необратимы (например, нарушение лито-генной основы ландшафтов, вторичное засоление и заболачивание, интенсивное развитие эрозии, опустынивание и другое). В этих случаях восстановление полезных свойств и функций ландшафтов без сознательного вмешательства человека невозможно.

Во-вторых, естественное состояние природных систем часто не соответствует требованиям, которые предъявляют к ним различные отрасли производства. Комплекс факторов, ограничивающих возможности оптимального использования природных ресурсов и условий территории, называют мелиоративной неустроенностью.

К преобладающим видам мелиоративной неустроенности на территории России относят:

1. переувлажнённость,
2. заболоченность,
3. засушливость,
4. засоленность,
5. эродированность,
6. закустаренность,
7. завалуненность и прочее.

Они определяются конкретными физико-географическими и социально-экономическими условиями региона, которые по происхождению могут быть зональными, а зональными, интразональными и природно-антропогенными. Степень выраженности видов мелиоративной неустроенности и характер их сочетания определяют естественную пригодность территории для тех или иных видов хозяйственной деятельности человека и необходимость мелиораций.

Мелиорация – это совокупность организационных, хозяйственных и технических мероприятий, направленных на улучшение свойств используемых геосистем и условий выполнения ими заранее заданных социально-экономических функций. Объектами этих мероприятий выступают природные комплексы, свойства которых не соответствуют требованиям тех или иных отраслей производства, и природно-антропогенные комплексы, у которых в процессе хозяйственного использования нарушены необходимые для человека качества и функции. В результате мелиоративного воздействия эти объекты трансформируются в природно-мелиоративные геосистемы – разновидность геотехнических (природно-технических) систем, включающих ландшафтно-экологические, инженерно-агротехнические и социально-экономические компоненты, которые находятся в тесном взаимодействии. Функционирование мелиоративных ландшафтов определяется, с одной стороны, глубоким антропогенным воздействием, с другой – разносторонними природоохранными мероприятиями. Равновесие в ландшафтах в значительной степени поддерживается искусственно.

Согласно А.Г. Исаченко, объектом мелиорации служит геосистема в целом, а сущность мелиоративных преобразований состоит в целесообразной перестройке функционирования геосистемы путем воздействия на такие её звенья, как влагооборот, биогенная и геохимическая составляющие, а также гравитационные процессы. По мнению автора, нежелательные последствия мелиорации – результат того, что в качестве её объекта часто выступает не природный комплекс в целом, а его отдельные компоненты.

По В.С. Аношко, под воздействием мелиорации природные и природно-антропогенные геосистемы трансформируются в мелиоративно-географические системы, которые характеризуются закономерным сочетанием природных компонентов, инженерных и агротехнических сооружений и приемов, а также социальных и экономических составляющих, тесно взаимодействующих и образующих единую систему. Эта система представляет собой переменное состояние природных комплексов, подверженных влиянию мелиоративных сооружений. Это контролируемые (эпизодически или регулярно) системы, степень управления (контроля) которыми зависит от уровня изученности протекающих в них процессов и состояния технического блока.

С позиций агроэкологии мелиорацию нередко рассматривают как способ перестройки самоуправляемой экологической системы и превращения ее в управляемую строго контролируемую многокомпонентную агроэкосистему, производящую необходимую человеку продукцию.

По назначению (видам природопользования) и выполняемым задачам выделяют следующие виды мелиорации:

1. сельскохозяйственные,
2. для лесного хозяйства,
3. водохозяйственные,
4. для энергетики,

5. для нужд рекреации,
6. для строительства,
7. для транспорта,
8. многоцелевые.

Наиболее распространены и самое значительное влияние на природную среду оказывают сельскохозяйственные мелиорации. Они носят комплексный характер, поскольку преобразуют неблагоприятные свойства ландшафтов не только для целей сельского хозяйства, но и для решения других социально-экономических и экологических задач.

Существует несколько классификаций мелиоративных мероприятий. В обобщенном виде классификация мелиорации приведена в книге К.Н. Дьяконова и В.С. Аношко. В ней выделены типы, подтипы и виды мелиорации в зависимости от прямого воздействия на ведущие компоненты природных комплексов.

В классификации представлены водные, литотропные (земельные), фитотропные (растительные), климатические, снежные, химические мелиорации. Каждый из этих типов улучшает, прежде всего, тот компонент природной среды, на который он направлен: водные мелиорации улучшают гидрологический режим геосистем, земельные – почвы и рельеф территории и так далее. Однако благодаря взаимосвязям в природе изменения испытывают и другие компоненты, а в конечном итоге и весь природный комплекс. Поэтому каждый тип мелиорации служит средством целенаправленного преобразования природной среды.

Подтипы мелиорации выделены по характеру избирательного действия на ведущие свойства природных комплексов. Например, тип *водных мелиораций* разделяется на подтипы осушительных, паводкорегулирующих, оросительных, осушительно-увлажнительных, обводнительных мероприятий; тип *земельных мелиораций* – на подтипы почвозащитных, почвореконструктивных, культуртехнических, инженерно-геологических, рекультивационных мероприятий и прочих.

Виды мелиорации выделены по конкретному воздействию на процессы и свойства отдельных компонентов или природных комплексов. Они характеризуются признаками, которые определяют единство методов проведения преобразовательных мероприятий. Например, оросительные мелиорации по видам делятся на увлажнительные, удобрительные, теплительные, почвоочистительные и дезинфицирующие.

Разновидности мелиорации, выделяемые внутри вида, определяются способами проведения мелиоративных мероприятий в зависимости от местных условий каждого конкретного объекта. Так, осушение болот, заболоченных и переувлажненных земель осуществляется: открытыми каналами; закрытым дренажем; глубокими каналами; вертикальным дренажем и прочими способами.

А.М. Шульгин предложил различать группы и комплексы мелиорации. Группа мелиорации объединяет два вида мероприятий, например, оросительные и обводнительные (оросительно-обводнительные) или осушительные и увлажнительные (осушительно-увлажнительные), то есть мелиорации двойного действия. Комплекс мелиорации – это сочетание разных типов мелиорации в пределах одной территории (например, водные, земельные, химические и климатические).

7.2. Выбор объектов мелиорации

Выбор объектов мелиорации должен быть увязан с проектами внутрихозяйственного землеустройства и межхозяйственной организации территории, исходить из конкретных особенностей ландшафта, а также иметь социально-экономическое и экологическое обоснование. Необходимо, чтобы *выбранный для мелиорации участок* удовлетворял следующим **требованиям**:

1. обладал достаточно высоким потенциальным плодородием почв, позволяющим получать урожай сельскохозяйственных культур выше, чем на типичных для данного ландшафта почвах;

2. позволял при необходимости увеличивать до рациональных пределов площади полей и улучшать их конфигурацию;
3. обеспечивал формирование оптимальной структуры севооборота;
4. сводил к минимуму негативное влияние мелиорации на соседние природные комплексы;
5. обеспечивал включение элементов системы лесонасаждений, противоэрозионной организации территории, ландшафтно-геохимических барьеров, выполняющих водоохранные, почвозащитные и другие природоохранные функции.

Прежде всего, целесообразно мелиорировать земли, длительно используемые в качестве пахотных угодий и имеющие лишь отдельные участки с низким плодородием почв, а также земли, не требующие значительных затрат на мелиорацию, природоохранные мероприятия и обеспечивающие после их проведения устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур. На поймах в первую очередь следует выделять участки, на которых повышение плодородия можно обеспечить путём поверхностного улучшения почв. Необходимо избегать превращения лесных массивов в сельскохозяйственные угодья. Крайне осторожно следует подходить к осушению лесных угодий для улучшения породного состава и бонитета насаждений. Такие мелиорации возможны лишь в случаях, когда имеются значительные площади заболоченных лесных земель и их осушение существенно не отразится на устойчивости геосистем, расположенных вблизи мелиорируемых объектов.

Не следует включать в объекты мелиорации природные комплексы:

1. имеющие важное научное значение (уникальные по своему происхождению, свойствам, природным процессам, природно-историческому своеобразие);
2. выполняющие определенные природоохранные функции (обеспечивающие чистоту воды в реках и других водоёмах, защиту почв от эрозии, пополнение запасов подземных вод);
3. отличающиеся значительным разнообразием видов растений и животных, которое превосходит соседние территории;
4. являющиеся ценными охотничьими угодьями;
5. представляющие собой местообитания, богатые дикорастущими ягодами (особенно клюквой, брусникой, черникой), грибами и другой побочной продукцией, ценными лекарственными растениями, редкими и исчезающими растениями и животными, занесёнными в Красную книгу природы;
6. территории, удобные для развития рекреации или участки, отличающиеся значительной эстетической привлекательностью.

Улучшение свойств и функций ландшафтов в результате мелиорации не должно негативно отражаться на использовании прилегающих территорий и водных объектов. При мелиорации нельзя допускать уничтожения древесно-кустарниковой растительности на больших площадях (в несколько сотен или тем более тысяч гектаров), деградации соседних природных комплексов и снижения их естественной продуктивности, уменьшения биологической продуктивности соседних сельскохозяйственных угодий, не допускать ущерба рыбному хозяйству в связи с загрязнением водных объектов и их переустройством, обеднения флоры и фауны в ландшафтах, снижения рекреационной ценности природных комплексов, ухудшения социально-экономических условий жизни населения. Положительные изменения в ландшафтах под влиянием мелиорации должны превосходить возникающие при этом неблагоприятные последствия.

7.3. Воздействие водных мелиораций

Сущность водных мелиораций состоит в искусственном регулировании водного режима и улучшении свойств ландшафтов путём осушения, орошения, обводнения и создания водохранилищ. Потребность в водных мелиорациях связана с необходимостью установления и поддержания оптимального водно-воздушного, термического и питательного режимов сельскохозяйственных угодий, а также рационального исполь-

зования водных ресурсов. Правильный выбор направления и способов проведения этих мероприятий зависит от комплекса природных условий – климата, рельефа, механического состава почвогрунтов и другого.

Но особенно важен учёт естественной увлажненности или общих гидротермических условий территории. Для их оценки используют различные показатели (например, коэффициент увлажнения Г.Н. Высоцкого – Н.Н. Иванова и другие). К.Н. Дьяконов и В.С. Аношко применили коэффициент испарения (K_i) – отношение величины фактического испарения (E) к величине испаряемости (E_0) за тот же промежуток времени. Применив этот коэффициент, они выявили его связь с зональными ландшафтами и потребностью их в водных мелиорациях.

Выделены три основных направления (подтипа) водных мелиораций:

- осушение или дренаж (удаление избыточной влаги из корнеобитаемого слоя почв болотных, заболоченных и переувлажнённых ландшафтов);
- осушительно-увлажнительные мероприятия, орошение (подача воды на поля из поверхностных или подземных водных источников);
- обводнение (обеспечение водой маловодных районов путем освоения местных водных ресурсов или подачи воды с других территорий).

7.4. Земельные мелиорации

Земельные мелиорации – это система различных мероприятий по улучшению естественного плодородия сельскохозяйственных угодий и восстановлению других нарушенных земель. Потребность в них возникает при так называемой культуртехнической неустроенности земель (мелкая контурность угодий, завалуненность и каменистость почв, закустаренность и закоряченность, пестрота почвенного покрова и другое), интенсивном развитии водной и ветровой эрозии, нарушении литогенной основы ландшафтов при добыче полезных ископаемых и строительных работах. Земельные мелиорации включают культуртехнические мероприятия, меры борьбы с эрозией, рекультивацию ландшафтов.

Комплекс культуртехнических мероприятий включает удаление лесокустарниковой растительности и её остатков (корни, пни), уборку валунов, ликвидацию нано- и микроформ рельефа, приведение поверхности почвы в пахотно-пригодное состояние, ликвидацию мелкоконтурности угодий и увеличение пахотного горизонта почв. Эти работы проводят как на землях, нуждающихся в осушении, так и на нормально увлажненных землях. Кроме того, им подвергаются старопахотные залежные и целинные территории, а также сенокосы и пастбища, которым необходимо коренное или поверхностное улучшение, участки выработанных торфяников.

Культуртехнические работы на вновь осваиваемых (в том числе осушенных) землях направлены на ликвидацию естественной растительности и создание оптимальных условий для выращивания культурной. На естественных луговых угодьях с целью их улучшения создают условия для нормального развития естественных трав с ценными кормовыми качествами. На старопахотных землях эти работы направлены на ликвидацию мелкой контурности, очистку полей от валунов, кочек, выравнивание микропонижений и прочее.

На лугово-пастбищных угодьях проводят коренное или поверхностное улучшение земель. Коренное улучшение направлено на полное удаление естественной растительности, планировку поверхности, первичную распашку, внесение удобрений и посев трав. Его рекомендуется проводить при истощении почвы, вырождении ценного в кормовом отношении травостоя, заболачивании и закоряченности территории. В условиях, где на лугах и пастбищах сохраняется не менее 20 % ценных видов естественных трав, проводят омоложение травостоя, подкормку, выравнивание поверхности. Такие мероприятия называются поверхностным улучшением лугово-пастбищных угодий.

Один из основных видов земельных мелиораций – борьба с эрозией почв. **Водная эрозия** интенсивно проявляется в лесостепной зоне и северной половине степной

зоны. *Борьба с водной эрозией* проводится путём внедрения комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий.

Организационно-хозяйственные мероприятия предусматривают такое размещение сельскохозяйственных угодий, промышленных и других объектов и с таким расчётом, чтобы максимально ограничить возможности для развития эрозии.

Ветровая эрозия (дефляция, золовые процессы) наиболее сильно проявляются на почвах легкого гранулометрического состава в засушливых районах Южной Сибири, степного Заволжья, Оренбуржья. В комплексе мер, направленных на преодоление ветровой эрозии, особое значение придается агротехническим мероприятиям, в частности, расположению борозд и рядков пропашных культур поперек господствующего направления разрушительных ветров. Хороший результат дает применение безотвальной обработки почвы с помощью плоскорезов, которая позволяет рыхлить почву без оборота пласта, подрезать сорняки и сохранять стерню. Эффективные *способы борьбы с ветровой эрозией* – применение почвозащитных севооборотов, посев сельскохозяйственных культур между кулисами из высокостебельных растений, создание полезащитных лесных полос.

7.5. Лесные мелиорации

Лесомелиорациями называют комплекс мероприятий по улучшению природной среды с помощью растительности (древесной, кустарниковой, травянистой). Особенно широко применяют лесомелиорации – устройство полезащитных и водорегулирующих лесных полос, противоэрозионных насаждений, лесных полос вдоль рек и других водоемов, насаждений на песке, вдоль железных и автомобильных дорог в населённых пунктах.

Мелиорирующая эффективность лесных насаждений зависит от их конструкции. Различают следующие виды конструкции лесных полос: плотные (без просветов по всему профилю), умеренно-ажурные (площадью просветов 15-20 % всего профиля), ажурные (25-35 %), ажурно-продуваемые (60-70%), продуваемые полосы (площадь между стволами 60-70 %, нет просветов в кронах).

Применение лесных полос той или иной конструкции определяется ландшафтными условиями мелиорируемой территории. Например, ажурно-продуваемые полосы целесообразны в районах с холодной и снежной зимой. Продуваемые лесные полосы рекомендуются для районов с зимними оттепелями. Умеренно-ажурные и ажурные полосы используют во многих регионах в качестве водорегулирующих лесных насаждений.

По назначению лесные полосы делятся на ветроломные, водорегулирующие и противоэрозионные. Первые защищают поля от суховеев, препятствуют сносу снега в долино-балочную сеть, предотвращают выдувание почв. Водорегулирующие лесные полосы создают преимущественно для регулирования поверхностного стока с целью ослабления процессов эрозии (они препятствуют концентрации стока в потоки) и водонакопления. Противоэрозионные лесные полосы обычно высаживаются вдоль ложбин, оврагов и балок. Последние представляют собой плотные лесопосадки, ширина которых колеблется от 20 до 50 м. Их основное назначение – снижение интенсивности и уменьшение объёма талых вод, а также закрепление почво-грунтов отдельных участков склонов.

Лесные полосы оказывают разностороннее мелиорирующее влияние на прилегающие ландшафты прежде всего в степной и лесостепной зонах, которое проявляется в резком уменьшении поверхностного стока, увеличении влаги в почвах, улучшении водного режима природных и природно-антропогенных комплексов. Установлено, что на территории с облесённостью около 20 % поверхностный сток уменьшается в четыре раза. По запасам влаги в почве лесные полосы приближают ландшафтные условия степной зоны к условиям лесостепи. Одновременно они замедляют таяние снега, спо-

способствуют его накоплению и инфильтрации талых вод в почву, существенно улучшают микроклимат территории. В результате в условиях степи и лесостепи под защитой лесных полос урожай зерновых культур увеличивается на 10-30, а в засушливые годы – на 30-50 %.

7.6. Влияние на снежный покров в целях мелиорации ландшафтов

Изменение состояния снежного покрова влияет на тепловой и водный режимы почвы в целях улучшения производственных функций ландшафта. Общие среднегодовые запасы влаги в снежном покрове на территории России составляют около половины всей суммы годовых атмосферных осадков. Снег предохраняет почву и зимующие растения от сильных морозов, пополняет запасы почвенной влаги, служит одним из условий получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

На территории России выделены две зоны, нуждающиеся в снежных мелиорациях: **а)** малоснежная и засушливая, с высотой снежного покрова 10-30 см – степные и сухостепные районы Поволжья, Северного Кавказа, Урала, центральной Якутии; **б)** умеренно снежная с неустойчивым и недостаточным увлажнением и высотой снежного покрова 30-50 см – хвойно-широколиственные районы Европейской территории России, Средний Урал, юг Западной Сибири (преимущественно лесостепные, частично лесные ландшафты).

В этих районах в зависимости от конкретных физико-географических условий необходимы два основных подтипа снежных мелиораций: терморегулирование почв с помощью снегозадержания и снегоуплотнения и водорегулирование снегонакопления и снегодоудержания.

Снегозадержание направлено на сохранение и удержание выпавшего снега от сдувания его сильным ветром и в основном регулирует температурный режим почвы. Снегоуплотнение направлено на уменьшение высоты снежного покрова и увеличение плотности снега. Оно регулирует также температурный режим почвы путём устранения избыточного для зимующих культур слоя снега.

Снегонакопление направлено не столько на удержание выпавшего снега, сколько на увеличение высоты снежного покрова за счет массы, сносимой ветрами и метелями с окружающих поле пространств, т. е. слой снега в одних местах повышается за счет снега, сносимого из других мест – мест снегосбора. Оно регулирует в основном водный режим почвы. Удержание талых снеговых вод также проводят для увеличения весной запасов влаги в почве на месте залегания снега.

Снежные мелиорации прежде всего влияют на снежный покров, его высоту и плотность залегания. Мощность снега на больших массивах полей при его накоплении и задержании в два-три раза превосходит высоту снега в естественных условиях. Это воздействует на изменение климата верхних слоев почвы, её температурный и водный режимы. Уже на глубине три-пять см почвы характеризуются значительно меньшими абсолютными минимумами температур (по сравнению с температурами на оголенных участках), разность глубин промерзания почвенных горизонтов между участками без снега и его накоплением составляет от 70 до 100 см и более. Снежные мелиорации существенно увеличивают запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы ко времени посева яровых культур и к началу вегетации озимых и многолетних трав. Весной, как правило, запасы влаги на полях со снежными мелиорациями на 35-55 мм больше, чем на полях без снегомелиоративных мероприятий.

7.7. Климатические мелиорации

Во многих случаях возникает необходимость в климатических мелиорациях – целенаправленных улучшениях свойств и функций ландшафтов путем изменения метеорологических факторов и процессов микро- (а в ряде случаев) и мезоклимата.

Их объектами в первую очередь выступает приземный слой воздуха и почвы. Сложились два основных направления климатических мелиораций:

- преобразование структуры радиационного и теплового балансов, а также ветрового режима ландшафтов через изменение свойств подстилающей поверхности;
- прямое воздействие на метеорологические процессы.

Наиболее существенные изменения структуры радиационного и теплового балансов ландшафтов связаны с водными мелиорациями. Орошение вызывает увеличение затрат тепла на испарение и снижение их на турбулентный обмен с атмосферой. При осушении происходит обратный процесс, что способствует нагреванию приземного слоя воздуха и почв. Изменение термического режима почв вызывают земельные мелиорации за счёт рационального размещения сельскохозяйственных угодий и преобразование растительного покрова путем посева высокостебельных растений кулисами и создания лесных полос. Один из распространенных приемов трансформации микроклимата – мульчирование, то есть покрытие поверхности почв рыхлыми материалами (торф, солома, полимерная пленка), что ведёт к образованию воздушных прослоек на границе почва-воздух, изменению альбедо и затрат тепла на испарение.

Прямое влияние на метеорологические процессы связано с искусственным обогревом приземного слоя воздуха и поверхностных горизонтов почв, воздействием на градовые облака для борьбы с градом, искусственным вызыванием атмосферных осадков, созданием облаков и их рассеиванием. Оно производится инженерно-техническими средствами. Так, борьба с градом основана на введении в градовое облако специального реагента в виде йодистого свинца или йодистого серебра. Введение реагента вызывает появление огромного количества искусственных центров кристаллизации, в которых начинается рост ледяных кристаллов. Происходит перераспределение переохлажденной воды с образованием градин небольших размеров, которые успевают полностью или частично растаять в теплых слоях воздуха во время падения.

В результате климатических мелиораций ослабляется или устраняется негативное влияние на растения экстремальных погодных условий (высокие и низкие температуры воздуха и почвы, недостаток или избыток влаги в почве, усиление скорости ветра, увеличение или уменьшение испарения). Создается более оптимальное соотношение тепла и влаги в критические периоды развития растений и тем самым обеспечивается получение более устойчивых урожаев.

7.8. Химические мелиорации

В процессе использования почв в большинстве случаев происходит истощение их запасов питательных веществ и уменьшение способности к плодородию. Поэтому широко применяют химическую мелиорацию – комплекс приёмов, направленных на улучшение физико-химических свойств почв и поверхности горных пород путём внесения различных химических соединений. Необходимость в проведении этого вида мелиорации возникает при нарушении баланса питательных веществ, когда вынос продуктов питания превышает их поступление извне, а также при естественном недостатке химических соединений или накоплении отдельных веществ, препятствующих полному росту и развитию растений и поддержанию нормального функционирования природно-антропогенного комплекса.

Химические мелиорации включают следующие мероприятия: внесение органических и минеральных удобрений, известкование кислых почв, гипсование солонцов, кислотование содовых солончаков и солонцов, мелиорацию почв с использованием торфа и сапропеля, применение пестицидов.

Внесение органических и минеральных удобрений необходимо рассматривать как ежегодный фактор агротехнического обеспечения урожая, применяемый при первичном окультуривании и сельскохозяйственном использовании земель, при их осушении и орошении, при освоении целинных территорий, рекультивации земель. Нормы

внесения удобрений прежде всего определяются естественным уровнем плодородия почв и направлением их использования. Известкование следует проводить для повышения потенциала плодородия кислых почв ($pH < 5,5 - 6,0$). Кроме снижения кислотности почв, оно улучшает азотное и фосфорное питание растений, повышает эффективность вносимых удобрений, способствует оструктурированию почвы. Гипсование позволяет изменить состав поглощенных катионов и свойств солонцов путем замещения обменного натрия ионом кальция и удаления промывкой легкорастворимых солей.

Химическая мелиорация земель направлена на восстановление баланса питательных веществ в системе «почва – растение» и соответственно на повышение продуктивности ландшафтов, используемых в сельском хозяйстве. Она позволяет не только повысить уровень плодородия малопродуктивных земель, но и способствует улучшению плодородия пахотных, давно культивируемых угодий с целью резкого повышения урожайности важнейших сельскохозяйственных культур.

7.9. Мелиорация и охрана природы

Воздействие мелиорации на природные компоненты (почвы, грунты, грунтовые воды, поверхностный и грунтовый сток, растительность) предотвращает или существенно ослабляет проявление негативных природных процессов (эрозия, заболачивание, засоление и прочее), что значительно улучшает свойства ландшафтных комплексов. Как следствие, повышается продуктивность ландшафтов и создаются более благоприятные условия для рационального использования ресурсов.

Наряду с позитивными результатами мелиоративных мероприятий одновременно проявляются их отрицательные последствия. Наблюдаются:

- нарушение естественного режима рек, вытекающих из осушенных болот;
- чрезмерное понижение грунтовых вод и иссушение торфяников;
- вторичное засоление и заболачивание почв при орошении;
- загрязнение природной среды (прежде всего вод и почв);
- потери питательных веществ почвами в результате дренажного стока;
- ухудшение условий произрастания растений и обитания животных, нередко снижение их численности и даже исчезновение некоторых видов и популяций.

В ряде случаев при мелиорации уничтожается плодородный слой почв, загрязняются нефтепродуктами большие площади земель, образуются свалки отходов производства. У населения возникают проблемы, связанные с потерей или ухудшением состояния лесных угодий, мест сбора грибов и ягод, любительского лова рыбы, охоты, сбора лекарственных трав, зон рекреации.

Многие процессы, ведущие к ухудшению природных комплексов, носят необратимый характер, что видно из схемы, характеризующей последствия осушительных мероприятий. В этой ситуации особое значение приобретают вопросы охраны природы и её рационального использования. Причины негативных явлений при проведении мелиорации связаны с отсутствием комплексного природоведческого обоснования проектов, а также с ошибками, допущенными в процессе изыскания, проектирования, строительства и эксплуатации мелиоративных объектов. В связи с этим уже на стадии изысканий и проектирования необходимо учитывать комплекс природных условий мелиорируемой территории, предвидеть те изменения, которые произойдут в ландшафтах в результате мелиорации, и заранее планировать необходимые природоохранные мероприятия. Охране подлежат как отдельные природные компоненты (почвы, воды, воздушная среда, растительность, животное население), так и ландшафты в целом.

При проектировании и осуществлении мелиоративных мероприятий необходимо предотвратить обнажение и выход на поверхность почвенных малопродуктивных горизонтов, ухудшение водно-физических и агрохимических свойств почв, нежелательные изменения водно-воздушного, теплового и солевого режимов земель, развитие эрозийных процессов. При сооружении каналов, плотин, дамб и дорог для сохранения плодородия почв необходимо срезать гумусовый слой с дальнейшим использованием его

для рекультивации земель. Охрана мелиорированных почв достигается регламентацией их использования. Так, осушенные торфяно-глеевые и торфяные почвы с мощностью торфа менее одного метра рекомендуется использовать под сенокосы и пастбища, реже – под зерновые культуры. Орошать черноземы и темно-каштановые почвы необходимо только дождеванием малыми дозами и с небольшой интенсивностью.

Для охраны водных ресурсов от загрязнения и истощения устраивают водоохраные зоны и берегозащитные полосы, обеспечивают выполнение нормативных требований к качеству сбросных вод в устьевых частях магистральных каналов, для чего назначают комплекс агротехнических, гидротехнических и организационных мероприятий. Запрещается регулирование водного режима объектов, находящихся на территории государственных заповедников и вблизи их границ, а также в верховьях рек, протекающих через заповедники. Уникальные водоёмы (озёра, болота) следует оставлять в естественном состоянии и рассматривать их как памятники природы.

Для защиты воздуха от загрязнения используют следующие мероприятия:

- путем посадки лесных полос вдоль каналов и дорог снижают скорость ветра;
- поддерживают повышенную влажность верхнего слоя почв на мелиорированных угодьях;
- возделывают сельскохозяйственные культуры, способствующие закреплению почвы;
- организуют противопожарные меры на осушенных торфяниках и прочее.

Использование жидкого навоза для орошения полей допустимо лишь на площадях, отдаленных от шоссейных дорог и населенных пунктов более чем на 100 и 200 м.

Охрану растительности и животного населения осуществляют путем проведения обще-ландшафтных природоохранных мероприятий и создания заповедных территорий. Важное мероприятие – сохранение лесных насаждений. Для бассейнов рек с лесистостью менее 20 % запрещается трансформация болотных и заболоченных лесов в другие угодья. Не подлежат осушению верховые болота, имеющие клюквенные и другие ягодные угодья.

Мероприятия по охране животного населения должны быть направлены на то, чтобы предотвратить ухудшение условий его обитания и воспроизводства, сокращение или ликвидацию кормовой базы для животных, нарушение путей их миграции. Они разрабатываются для каждого вида животных и для конкретной территории. Если в границах мелиоративного объекта оказываются места традиционного пребывания водоплавающих и болотных птиц, рассматривается вопрос о создании охраняемых территорий. Не подлежат мелиорации участки, где обитают животные, занесённые в Красную книгу.

При проведении мелиоративных мероприятий должны сохраняться памятники природы, различные природные объекты научного и познавательного значения, а также памятники истории, архитектуры и культуры. Следует предусмотреть меры по повышению эстетической привлекательности ландшафтов, выделению рекреационных зон, по водо-обеспечению территорий с учётом требований рекреации.

Мелиоративные мероприятия целесообразно планировать одновременно с созданием проекта землеустройства территории, в котором рассматривают рациональные варианты размещения сельскохозяйственных и лесных угодий, дорог, хозяйственных строений. Эти мероприятия необходимо связать со схемами развития и размещения производительных сил по регионам, а также со схемами районной планировки. Обязательным компонентом проектных материалов должны быть территориальные комплексные схемы охраны природы – документы, в которых предусмотрена глубокая проработка вопросов природоохранного планирования территории.

7.10. Рекультивация земель после добычи каменного угля шахтным способом

В процессе природопользования часто нарушается литогенная основа ландшафтов (при изъятии минерального сырья, строительных работах, прокладке крупных

магистралей). Возникают новые техногенные формы поверхности – выработки торфа, карьеры, отвалы, траншеи, отстойники и «хвостохранилища», трассы трубопроводов, каналы, площадки буровых скважин, деформированные участки шахтных полей и другое. Такие территории называются нарушенными землями. Площадь нарушенных земель в Российской Федерации колеблется в районе 1,3 млн га.

Техногенные ландшафты, образовавшиеся на месте нарушенных земель, как правило, не способны к восстановлению. Если же эта способность сохраняется, то восстановление естественным путём может продолжаться десятки и даже сотни лет. В этих условиях возникает необходимость в рекультивации ландшафтов – проведении комплекса организационных, инженерно-технических и биологических мероприятий, направленных на восстановление хозяйственной (производственной), медико-биологической и эстетической ценности нарушенных ландшафтов. При этом может ставиться задача не только восстановления прежнего потенциала ландшафта, его исходной биологической и сельскохозяйственной продуктивности, но и создания оптимального природно-антропогенного комплекса, успешно выполняющего ресурсопродукционные, средовоспроизводящие и природоохранные функции.

Рекультивацию нарушенных ландшафтов проводят для разных целей:

- сельскохозяйственное использование (создание на нарушенных землях пашотных угодий, садов, лугов, пастбищ);
- создание лесных насаждений (водоохранные и почвозащитные леса, лесопарки рекреационного назначения);
- сооружение водоемов (водохранилища, пруды для разведения рыбы, водоёмы для купания и другое);
- жилищное и промышленное строительство.

Перечисленные направления взаимосвязаны и нередко осуществляются одновременно в процессе восстановления нарушенных ландшафтов (рис. 7.1). Объектом рекультивации выступают, в первую очередь, горнопромышленные ландшафты. Их классификация предпринята Б. П. Колесниковым, Л. В. Моториной, Ф. Н. Мильковым, В. И. Федотовым и другими.

По характеру технологий, обуславливающих нарушение земель, чаще всего выделяют следующие **типы техногенных комплексов**:

➤ *Карьерно-отвальные комплексы* (ландшафты). Состоят из карьерной и отвальной частей, соотношение которых неоднозначно. Их происхождение связано с открытым способом добычи полезных ископаемых.

➤ *Торфяно-карьерные ландшафты*. Возникают на месте разработок торфяных месторождений машинно-формовочным или фрезерным способом. В структуре этих комплексов чередуются болота на месте выработанных торфяников, сухие траншейные выемки, луговые и лугово-болотные пустоши с фрагментами первичных болот и мелколиственных лесов.

➤ *Дражно-отвальные ландшафты*. Распространены преимущественно в речных долинах Урала и Сибири, где велась и ведётся добыча цветных и драгоценных металлов дражным способом.

➤ *Шахтные просадочно-терриконниковые комплексы*. Образуются при подземном способе добычи полезных ископаемых.

➤ *Экстрактивные ландшафты* (от лат. *extra* – извлеченный). Образуются на месте концентрации твердых отходов предприятий перерабатывающей промышленности и включают золоотвалы, шламо- и шлакоприемники, хвостохранилища и другое.

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

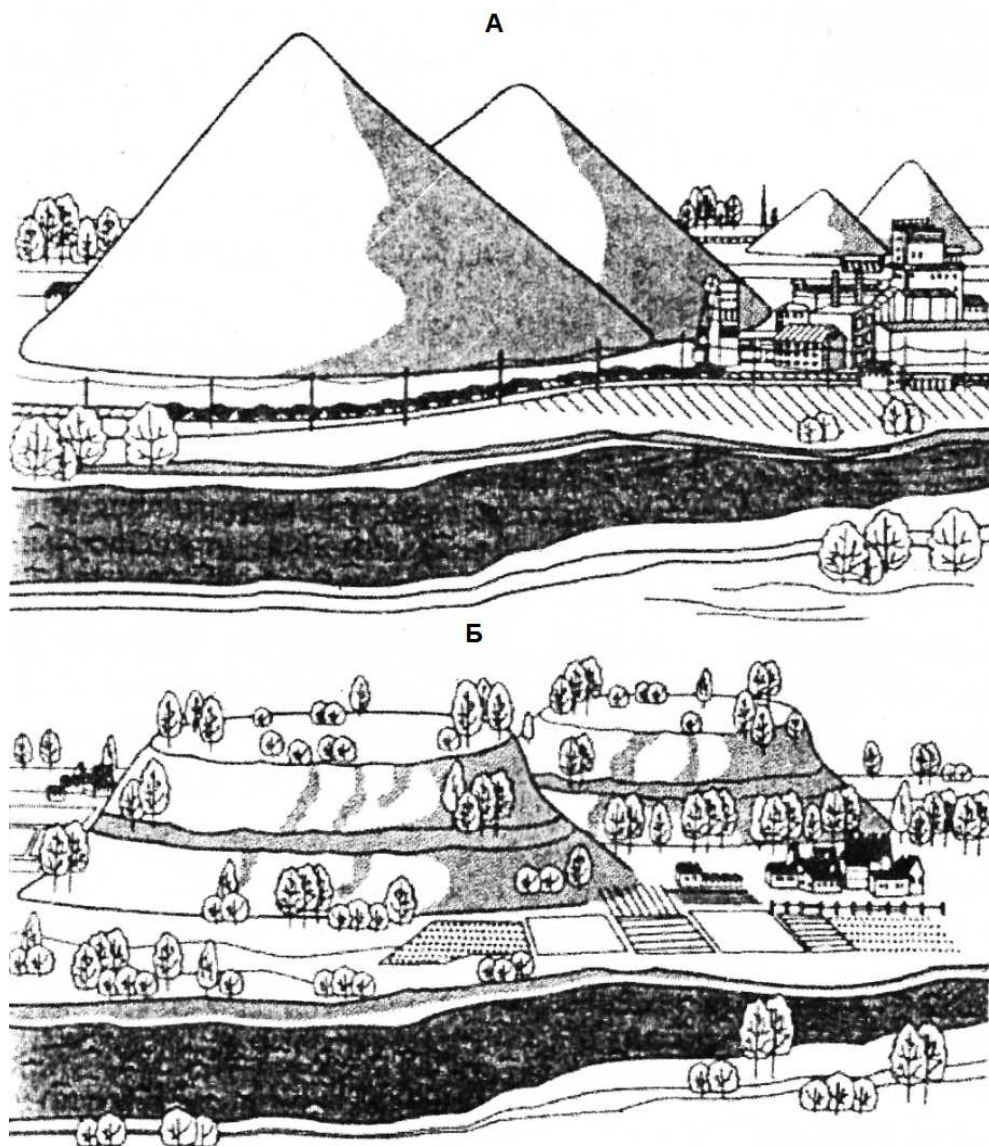


Рис. 7.1. Рекультивация нарушенных ландшафтов
(А – до рекультивации; Б – после её проведения)

Рекультивацию земель обычно проводят в три основных этапа. **Первый этап** – подготовительный – включает обследование и типизацию нарушенных земель, изучение особенностей их природных условий (геологическое строение, состав пород, пригодность их к биологической рекультивации и другим видам использования, прогноз динамики гидрогеологических условий), определение направления последующего использования земель, составление технико-экономического обоснования (ТЭО), рабочих проектов и планов.

Второй этап – горнотехнический, включающий мероприятия, направленные на подготовку территории к дальнейшему использованию. Сюда входят планировка поверхности с формированием более пригодных для хозяйственного освоения форм рельефа и слагающих их грунтов, строительство подъездных путей, мелиоративных сооружений, 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 направлений по восстановлению плодородия почв и продуктивности ландшафта. Он объединяет обработку нанесенного слоя почвы, внесение удобрений, посев сельскохозяйственных

культур, создание лесонасаждений, зарыбление водоемов (в случае рыбохозяйственного освоения нарушенных ландшафтов).

Рекультивация нарушенных земель требует больших материальных затрат и времени. Поэтому необходимо чётко продумать весь цикл предстоящих работ, собрать информацию и спрогнозировать наиболее оптимальную модель будущего ландшафта. Т. В. Звонкова предложила выделить ещё два этапа рекультивации – географический (в процессе подготовительных работ) и ландшафтный (после биологических, агротехнических и фитомелиоративных мероприятий).

На географическом этапе решаются вопросы о будущем направлении рекультивации нарушенных земель – сельскохозяйственном, лесовосстановительном, пастбищном, рекреационном, природоохранном или строительном. Выбирать направление рекультивации следует до начала горно-рудных разработок с учетом комплекса региональных физико-географических (в частности, геологических) и социально-экономических факторов. При прочих равных горно-геологических условиях сельскохозяйственное направление рекультивации преобладает в зонах орошаемого земледелия, в земледельческих густонаселенных районах с плодородными почвами, на территориях торфоразработок. В лесной и лесостепной зонах часто рекомендуется природоохранное и лесохозяйственное направления рекультивации. По сумме неблагоприятных природных условий она нередко исключается в тундре и пустыне.

Рекреационное и санитарно-гигиеническое направления целесообразны в безлесных районах с интенсивной горнодобывающей промышленностью и дробной инфраструктурой. Направленность рекультивации зависит также от типа нарушенных земель, определяемого условиями залегания месторождений и технологией их разработки, от экономической целесообразности и ожидаемого эффекта восстановления ландшафтов. Опыт восстановительных работ показывает, что экономически эффективны направления рекультивации, наиболее совпадающие с условиями природной зоны рекультивируемых земель: лесная рекультивация в лесной зоне, полезащитная – в лесостепной.

Ландшафтный этап рекультивации, который должен следовать за биологическим этапом, охватывает период вживления молодой геотехнической системы в фоновый природный ландшафт. Этот период длится не менее 15 – 20 лет, и за это время в искусственно созданном ландшафте происходят усадка грунтосмесей, приживание посаженных деревьев, формирование почвенного покрова и естественных элементов биогеоценоза, то есть завершение цикла ландшафтообразования. На отвалах формируется молодой слабоустойчивый к внешним воздействиям ландшафт со сложным микрорельефом, комплексным почвенным покровом. Если предполагается сельскохозяйственное направление рекультивации, то в дальнейшем это обусловит сложную структуру посевных площадей и агротехнических мероприятий, а также специальные требования к горной технологии.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

Введение

1. Сформулируйте определения терминам «природопользование» и «природно-ресурсный потенциал»
2. Природопользование как двуединое понятие (дайте пояснение)
3. Что понимается под объектом и субъектом природопользования (дайте определение и приведите примеры)?
4. Что такое рациональное и нерациональное природопользования?
5. Сформулируйте, с общим толкованием, четыре вида природопользования по Зворыкину
6. Какие существуют четыре вида природопользования по классификации, разработанной в Институте географии РАН? (дайте краткие разъяснения)

Лекция 1

7. В чём сходство и различие экосистемы от геосистемы?
8. Сформулируйте иерархическое деление природных систем (три уровня)
9. Что такое структура природной системы (пространственная и временная)?
10. Какие выделяют три направления развития природных систем по глубине трансформации?
11. Поясните, что такое вертикальные и горизонтальные связи в изменении природных систем?
12. Как подразделяются природные комплексы с точки зрения социально-экономических функций?
13. Что такое потенциал ландшафтов, и какие частные его варианты существуют (дайте краткие им разъяснения)?

Лекция 2

14. Как могут использоваться производственные и экологические ресурсы?
15. Что такое доступные и потенциальные ресурсы?
16. Как подразделяются природные ресурсы по предпочтительному виду хозяйственного освоения?
17. Укажите энергетические и неэнергетические виды ресурсов?
18. Что такое ресурсы непродуцированной сферы, и какие их виды выделяют?
19. Назовите и дайте краткие пояснения классам группам природных ресурсов в группе исчерпаемых
20. Укажите и дайте пояснения неисчерпаемым природным ресурсам

Лекция 3

21. Какие группы новых элементов в окружающей среде выделяет А.Г. Исаченко
22. Что такое природно-антропогенная система, и какие компоненты в неё входят?
23. Какие три взаимодействующие подсистемы включает современный ландшафт (кратко поясните)?
24. Укажите иерархические уровни природно-антропогенных гео- и экосистем?
25. Назовите пять структурных компонентов классификации природно-антропогенных систем по ряду параллельных признаков
26. Какие выделяют основные негативные сельскохозяйственные воздействия на природу?
27. Перечислите основные виды антропогенных загрязнений.
28. Что такое источник загрязнения и загрязнитель? Укажите главные источники загрязнений
29. Что понимается под нарушением вертикальной и горизонтальной структур природных ландшафтов (какой континент по горизонтальной структуре нарушен интенсивнее других)?

Лекция 4

30. Дайте определение термину «состояние природно-антропогенных систем»
31. Назовите три группы признаков изменений природно-антропогенных систем
32. Укажите санитарно-гигиенические критерии оценки экологического состояния
33. Какие существуют экологические нормативы?
34. Какими показателями оцениваются состояния атмосферного воздуха и почв?
35. Назовите пять ситуаций экологической ситуации, разработанные Институтом географии РАН (дайте ситуациям пояснения)

Лекция 5

- 36. Дайте понятие учению В.И. Вернадского о биосфере?
- 37. Сформулируйте три основные ноосферных принципа
- 38. Укажите четыре критерия устойчивого развития
- 39. К каким главным выводам пришла исследователь Т.М. Красовская при анализе мирового природопользования?

Лекция 6

- 40. Разъясните значения терминов «ресурсопользование» и «ресурсопотребление»
- 41. Назовите шесть основных ресурсных циклов по И.В. Комару
- 42. На какие три основные группы делятся природоохранные нормативы?
- 43. Как выполняется инвентаризация природных ресурсов и что включается в их банк данных?
- 44. На какие группы делятся полезные ископаемые по признаку направления их использования?
- 45. Укажите рациональные пути использования водных объектов, земельных, биологических и рекреационных ресурсов?

Лекция 7

- 46. Перечислите виды мелиоративной неустроенности территорий
- 47. Что такое мелиорации и их объекты?
- 48. Какие виды мелиораций по назначению выделяются?
- 49. Каким требованиям должен удовлетворять мелиоративный участок?
- 50. Перечислите объекты, которые не должны мелиорироваться?
- 51. Кратко охарактеризуйте водные мелиорации (их виды)
- 52. Назовите виды земельных мелиораций
- 53. Укажите лесные и климатические мелиорации
- 54. Сформулируйте негативные последствия мелиораций
- 55. Что предпринимают для защиты воздуха от загрязнений?
- 56. Для чего проводят рекультивации нарушенных ландшафтов?
- 57. В какие три этапа проводится рекультивация земель?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Арустамов, Э.А. Природопользование: учебник / Э.А. Арустамов [и др]. – Москва: ДАШКОВ и Ко, 2007. – 296 с.
- 2. Денисов, В.В. Экологические основы природопользования : учебное пособие / В.В. Денисов, Е.С. Кулакова, И.А. Денисова. – Ростов на Дону: ФЕНИКС, 2014. – 456 с.
- 3. Емельянов, А.Г. Основы природопользования: учебник для студентов ВУЗов / А.Г. Емельянов. – 6 изд. – Москва, АКАДЕМИЯ, 2011. – 256 с.
- 4. Константинов, В.М. Экологические основы природопользования: учебное пособие / В.М. Константинов, Ю.Б. Челидзе. –11 изд.– Москва: АКАДЕМИЯ, 2011. – 240 с.
- 5. Магарил, Е.Р. Основы рационального природопользования: учебное пособие / Е.Р. Магарил, В.Н. Локетт. – Москва: КДУ, 2008. – 460 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	7
1.1. Общие представления о природных системах.....	7
1.2. Свойства, социально-экономические функции и потенциал природных систем.....	9
2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	13
2.1. Классификация природных ресурсов по происхождению.....	14
2.2. Классификация природных ресурсов по видам хозяйственного использования.....	15
2.3. Классификация природных ресурсов по признаку исчерпаемости.....	15
3. ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ВАЖНЕЙШИЕ ОБЪЕКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	19
3.1. Истощение природных ресурсов.....	21
3.2. Загрязнение окружающей среды и его влияние на условия жизнедеятельности человека.....	24
3.3. Нарушение структуры и деградация ландшафтов.....	25
4. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ СИСТЕМ И ЕГО ОЦЕНКА.....	27
4.1. Понятие об экологическом состоянии природно-антропогенных систем.....	27
4.2. Оценка экологического состояния гео- и экосистем и их компонентов.....	28
5. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДЫ.....	33
5.1. Учение В. И. Вернадского о ноосфере и природопользовании.....	33
5.2. Устойчивое развитие как стратегия природопользования.....	34
5.3. Экономическая эффективность природопользования.....	37
6. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	37
6.1. Использование природных ресурсов и концепция ресурсных циклов.....	37
6.2. Эколого-географические и социальные требования к рациональному природопользованию.....	39
6.3. Пути рационального использования природных ресурсов.....	40
6.4. Рациональное использование минеральных ресурсов.....	43
6.5. Охрана и рациональное использование климатических ресурсов.....	44
6.6. Рациональное использование и охрана водных ресурсов.....	44
6.7. Рациональное использование и охрана земельных ресурсов.....	45
6.8. Рациональное использование и охрана биологических ресурсов.....	45
6.9. Принципы рационального использования рекреационных ресурсов.....	46
7. УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ.....	48
7.1. Понятие о мелиорации, её объектах и классификация мелиорации.....	48
7.2. Выбор объектов мелиорации.....	50
7.3. Воздействие водных мелиораций.....	51
7.4. Земельные мелиорации.....	52
7.5. Лесные мелиорации.....	53
7.6. Влияние на снежный покров в целях мелиорации ландшафтов.....	54
7.7. Климатические мелиорации.....	54
7.8. Химические мелиорации.....	55
7.9. Мелиорация и охрана природы.....	56
7.10. Рекультивация земель после добычи каменного угля шахтным способом.....	57
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.....	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	62

Учебное издание

НОВОСЁЛОВ Анатолий Сергеевич

**ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ:
курс лекций**

Учебное пособие

Редактор – А.И. Ланькова
Компьютерная верстка – Н.В. Подхомутова

Подписано в печать 26.10.2016.
Печать офсетная.

Усл. печ. л. 4,0.
Бумага писчая.

Тираж 20 экз.
Заказ № 119.

Отпечатано: РИО ВоГУ, г. Вологда, ул. С. Орлова, 6