

А.А. Челноков
Л.Ф. Ющенко
А.Ф. Мирончик

Рекреационные ресурсы



Александр Челноков
Рекреационные ресурсы

«Вышэйшая школа»

2017

УДК [338.483+502](476)(075.8)
ББК 20.1(4Беи)я73

Челноков А. А.

Рекреационные ресурсы / А. А. Челноков — «Вышэйшая школа», 2017

ISBN 978-985-06-2816-9

Систематизирована и обобщена имеющаяся научная и практическая информация по природно-ресурсному потенциалу Беларуси. Изложены основные составляющие элементы ресурсоведения. Рассмотрены земельные и водные ресурсы и возможность их использования в рекреационных целях. Проанализированы рекреационные ресурсы Беларуси, дана их оценка и перспективы использования. Для студентов и магистрантов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям экологического, географического и туристического профилей. Может быть полезно преподавателям смежных дисциплин, специалистам, занимающимся природопользованием и туристической индустрией, а также широкому кругу читателей.

УДК [338.483+502](476)(075.8)

ББК 20.1(4Беи)я73

ISBN 978-985-06-2816-9

© Челноков А. А., 2017
© Вышэйшая школа, 2017

Содержание

Список сокращений	6
Предисловие	8
Глава 1. Земельные ресурсы	12
1.1. Литосфера и ее основные экологические функции	12
1.2. Земельные ресурсы мира	17
1.3. Почвы и почвенное плодородие	25
1.3.1. Почвы и их роль в природе	25
1.3.2. Плодородие почв	33
1.4. Земельные ресурсы и почвы Беларуси	40
1.4.1. Деградация, истощение и загрязнение земель	45
1.5. Государственная политика и правовые основы в области землепользования, охраны и восстановления земель	52
Контрольные вопросы	57
Глава 2. Водные ресурсы	58
2.1. Водные ресурсы и их особенности	58
2.2. Водопользование, водопотребление и водоотведение	67
2.2.1. Водопользование	67
2.2.2. Водопотребление и водоотведение	70
2.2.2.1. Требования к качеству воды и водоподготовка	74
Конец ознакомительного фрагмента.	77

**А. А. Челноков, Л. Ф.
Ющенко, А. Ф. Мирончик
Рекреационные ресурсы**

© Челноков А.А., Ющенко Л.Ф., Мирончик А.Ф., 2017

© Оформление. УП «Издательство “Вышэйшая школа”», 2017

Список сокращений

- АДФ – аденозиндифосфорная кислота
АЗС – автомобильные заправочные станции
АИЕСТ – Международная ассоциация научных экспертов в области туризма
АН БССР – Академия наук Белорусской Советской Социалистической Республики
АПК – агропромышленный комплекс
АСПАВ – анионное синтетическое поверхностно-активное вещество
АТФ – аденозинтрифосфорная кислота
БАТ – биологически активная температура
БОЕ – бляшкообразующие единицы
БП – бензопирен
БПК – биохимическое потребление кислорода
ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения
ВСГ – водохозяйственная система государства
ВТО – Всемирная туристическая организация
ВХК – водохозяйственный комплекс
ГИАЦ – Главный информационно-аналитический центр НСМОС
ГЛК – Государственный лесной кадастр
ГМП – геомагнитное поле
ГСН – Государственная служба наблюдений за состоянием окружающей природной среды
ГТФ – гуанинтрифосфат
ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота
ЕАЭС – Евразийский экономический союз
ЕС – Европейский союз
ЕТРС – элементарная территориальная рекреационная система
ЗСО – зона санитарной охраны
ИЗВ – индекс загрязненности воды
ЛПВ – лимитирующий признак (показатель) вредности
ЛР – ландшафтное разнообразие
МСОТО – Международный союз официальных туристических организаций
МЧС – Министерство по чрезвычайным ситуациям
НАН – Национальная академия наук Беларуси
НИР – научно-исследовательская работа
НПА – нормативный правовой акт
НСМОС – Национальная система мониторинга окружающей среды
НСУР – Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития
ОБУВ – ориентировочный безопасный уровень воздействия
ОВОС – оценка воздействия на окружающую среду
ОГСНК – Общегосударственная служба наблюдений и контроля за загрязнением объектов природной среды
ОДУ – ориентировочно допустимый уровень
ООН – Организация Объединенных Наций
ООПТ – особо охраняемая природная территория
ПАВ – поверхностно-активное вещество
ПАЛ – природно-антропогенный ландшафт
ПДК – предельно допустимая концентрация

- ПДС – предельно допустимый сброс
ПЛМ – подвешенный лодочный мотор
ПР – природные ресурсы
ПРООН – Программа развития ООН
ПТК – природный территориальный комплекс
РД – рекреационная деятельность
РП – рекреационный потенциал
РПТ – рекреационный потенциал территории
РС – рекреационная система
РУП – Республиканское унитарное предприятие
РЭТ – радиационно-эквивалентная температура
СанПиН – санитарные правила и нормы
СДЯВ – сильно действующее ядовитое вещество
СМ БССР – Совет Министерства Белорусской Советской Социалистической Республики
- СМПЧС – система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций
СПАВ – синтетическое поверхностно-активное вещество
СТБ – стандарт Республики Беларусь
ТЕ – туристская емкость
ТЗ – туристическая зона
ТКП – технический кодекс установившейся практики
ТНПА – технический нормативный правовой акт
ТПК – территориально-производственный комплекс
ТРК – территориальный рекреационный комплекс
ТРС – территориальная рекреационная система
ТЭЦ – теплоэлектроцентраль
УФ – ультрафиолетовый
ФАО – Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН
ФАР – фотосинтетическая активная радиация
ХПК – химическое потребление кислорода
ЦК КПБ – Центральный Комитет Коммунистической партии Беларуси
ЦНИИП – Центральный научно-исследовательский и проектный институт по градостроительству Российской академии архитектуры и строительных наук
ЦРД – цикл рекреационной деятельности
ЧАЭС – Чернобыльская атомная электрическая станция
ЭРЗ – элементарное рекреационное занятие
ЭТ – эффективная температура
ЭЭТ – эквивалентно-эффективная температура
ЮНЕСКО – Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры
рН – водородный показатель

Предисловие

Научно-техническая революция последнего столетия привела в масштабах планеты к значительным социально-экономическим изменениям. Большинство стран существенно нарастили национальное достояние, что выразилось прежде всего в повышении уровня жизни и стабилизации личного состояния граждан.

С одной стороны, у значительной части населения планеты появились свободные средства, которые могут быть потрачены не только на основные биологические потребности (еда, жилище, забота о потомстве, обеспечение здоровья, благополучной старости и др.), но и на нематериальные, в том числе духовные и эмоциональные, потребности. Кроме того, развитие современных технологий производства и сельского хозяйства позволяет тратить меньше времени на трудовую деятельность, оставляя свободное время для отдыха и иных видов деятельности.

С другой стороны, резко снижают комфортность проживания на урбанизированных территориях следующие факторы: интенсификация производственных процессов; концентрация населения в крупных городах, мегаполисах и городских агломерациях, связанная с высокой плотностью населения, развитием стрессов урбанизации; трансформация и деградация естественной окружающей среды со значительным ухудшением ее качества; рост болезней цивилизации, таких как алкоголизм, наркомания, переизбыток, гиподинамия, синдром привычной усталости, нервные и психические расстройства, суицидальный синдром и др.

Известно, что человек как биологический вид имеет один центр возникновения и расселения – Африку. За многие тысячелетия эволюции одной из ветвей приматов в силу ряда причин удалось превратиться в доминирующий вид на планете – *Homo Sapiens*, т. е. Человек разумный, который создал технократическую цивилизацию и в той или иной мере подчинил себе естественную среду обитания.

В достаточно короткий исторический отрезок времени по отношению к существованию органического мира Земли этот вид расселился и занял все континенты и материки, освоил все климатические зоны, приспособился к окружающей среде и научился использовать большинство природных ресурсов, т. е. генетически в человеке заложено желание к передвижению, освоению новых пространств, творчеству и познанию.

Большинство знаний об окружающем мире человечество получило в результате коммерческих, паломнических или военных походов (путешествий). Но наряду с этим человеку всегда была присуща и потребность в отдыхе. Это вызвало появление искусства, музыки, поэзии, мифологии, родовых и племенных праздников и др. Эта потребность на протяжении длительного времени развития цивилизации сдерживалась отсутствием материальных возможностей и достаточного количества свободного времени. Только некоторые категории людей, преимущественно представители правящих классов, могли позволить себе полноценный отдых, обеспечиваемый тяжелым трудом остальной части населения. На современном этапе исторического развития цивилизации большая часть населения обладает достаточным количеством материальных ресурсов и свободного времени, чтобы обеспечить удовлетворение своих рекреационных потребностей с целью повышения комфортности жизни.

Рекреация, несомненно, приобрела значительный удельный вес в социально-экономической структуре общественного производства. Более того, рекреация и рекреационная деятельность становятся существенной статьей экономического, социального, культурного развития территорий. За счет внутренней и внешней рекреационной деятельности происходит неизбежная ассимиляция национальных культур, сглаживаются межнациональные разли-

чия и конфликты. В большинстве стран, как экономически развитых, так и развивающихся, рекреация становится приоритетным развитием национальных экономик, так как позволяет в максимально короткие сроки существенно увеличить национальный доход и национальный продукт.

Социально-экономической основой развития рекреации и рекреационной деятельности является наличие рекреационных ресурсов на какой-то определенной территории. Развитие и размещение рекреационных ресурсов определяется сложным сочетанием природно-климатических, эколого-экономических и организационных факторов, которые носят преимущественно региональный характер.

Использование рекреационных ресурсов многообразно и зависит от потребностей общества в отдыхе. Рекреационным ресурсом может быть практически любой ресурс территории и любой вид рекреационной деятельности. Например, еще до недавнего времени использование космоса в рекреационных целях было совершенно невозможным, однако в настоящее время уже образовалась очередь желающих посетить космическую станцию и увидеть с нее космос и Землю, хотя стоимость такой экскурсии соизмерима со стоимостью небоскреба в Сингапуре или Нью-Йорке. Кроме того, физические и психологические требования к таким экскурсантам требуют их длительной специальной подготовки.

В настоящее время рекреация признана стратегическим направлением социально-экономического развития Беларуси, а рекреационные ресурсы отнесены к важнейшим резервам развития экономики страны.

Беларусь располагает самыми разнообразными рекреационными ресурсами, которые представлены уникальными лесными массивами, исключительными природными комплексами озерно-лесных ландшафтов, минеральными источниками и лечебными грязями, многочисленными памятниками природы, истории и материальной культуры, живописными ландшафтами, разнообразными видами животных и промысловых рыб, грибов, ягод, орехов, дикорастущих лекарственных растений и т. д. Кроме того, имеются квалифицированные трудовые ресурсы и определенная материально-техническая база. Страна представляет собой перспективнейшую территорию на постсоветском пространстве для осуществления разных видов рекреационной деятельности. Однако до недавнего времени рекреация и рекреационная деятельность даже не рассматривались как существенный элемент развития экономики. Только в последние десять лет Правительством принят ряд программ и постановлений, направленных на включение рекреации в число приоритетных направлений развития национальной экономики.

В то же время нерегулируемое рекреационное освоение природных территорий приводит к значительным изменениям в природных экосистемах и трансформации природных ландшафтов.

Поэтому в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Беларуси (НСУР), в ряде других основополагающих документов руководством страны поставлены задачи по выявлению, оценке, прогнозированию рекреационных ресурсов; формированию национальной стратегии рекреации при условии сохранения качества окружающей среды; включению рекреационной деятельности в социально-экономическое развитие регионов; восстановлению и реконструкции утраченных историко-культурных и природных рекреационных ресурсов. Развитие внешнего и внутреннего туризма, лечебно-оздоровительная рекреация, агро- и экотуризм признаны основным направлением развития территории страны до 2030 г.

Изучение рекреационных ресурсов основывается на знаниях обо всех имеющихся природных и территориальных ресурсах, в первую очередь земельных и водных, поэтому в учебных планах подготовки специалистов различного профиля предусмотрены соответствующие ресурсоведческие дисциплины. В частности, дисциплины «Земельные и рекреацион-

ные ресурсы» и «Мониторинг поверхностных и подземных вод» входят в цикл специальных дисциплин государственного компонента учебного плана для специальности 1-33 01 07 «Природоохранная деятельность (по направлениям)». Кроме того, подобного рода дисциплины по природно-ресурсному потенциалу предусмотрены для различных специальностей экологического, технического и гуманитарного направлений образования.

Эти дисциплины занимают важное место в системе подготовки специалистов высшего звена и нацелены на формирование у будущих руководителей представления о природно-ресурсном потенциале Беларуси как материальной основе развития и размещения производительных сил. Они направлены на получение студентами систематизированных знаний о земельных, водных и рекреационных ресурсах, а также о влиянии природно-ресурсного потенциала территории на развитие рекреации, об основных типах рекреационного землепользования, формировании экологического подхода при осуществлении рекреационной деятельности.

Методологическая разработка указанных дисциплин как предметов изучения до сих пор еще не завершена и находится на стадии формирования и становления.

В настоящее время в Беларуси и ближнем зарубежье имеется достаточное количество доступных учебно-методических пособий, научных и научно-практических работ по земельным и водным ресурсам, а по рекреационным ресурсам, рекреационному ресурсоведению и использованию ресурсного потенциала Беларуси имеются в основном научные и научно-практические материалы.

Предлагаемая работа является попыткой осмыслить имеющиеся накопленные материалы по рекреационному ресурсоведению и использованию рекреационных ресурсов в соответствии с НСУР, другими руководящими документами и представить их в виде системного экологонаправленного учебного пособия.

Учебное пособие «Рекреационные ресурсы» составлено в соответствии с образовательным стандартом специальности 1-33 01 07 «Природоохранная деятельность (по направлениям)», учебными программами по дисциплинам и другими требованиями высшей школы.

В пособии авторы систематизировали и обобщили имеющуюся научную и практическую информацию, попытались создать систему понятий и представлений на основе ряда разрозненных публикаций, касающихся преимущественно локальных (региональных) исследований ресурсного потенциала территории страны, его использования и охраны.

В пособии проанализированы земельные, водные и другие рекреационные ресурсы территорий именно с точки зрения потребностей рекреации и рекреационной деятельности. Рекреационные ресурсы как ресурсы биосферы до этого не были освещены в должной мере, особенно применительно к территории нашей страны. Так же с этой точки зрения ранее не рассматривались земельные и водные ресурсы, которые наиболее значимы в рекреации и рекреационной деятельности.

Авторами расширены представления о взаимосвязях рекреационной географии, рекреационного ресурсоведения, рекреологии с классической экологией, общей и прикладной экологией, экологической медициной, экологией человека и вышеперечисленными дисциплинами о рекреации и рекреационной деятельности как отдельной фундаментальной и прикладной дисциплине, имеющей собственное научное и практическое значение.

В настоящее время данное направление рекреационного ресурсоведения и рекреационной географии, как и экология (общая и прикладная), является симбиозом ряда естественных наук: философии, истории, медицины, биологии, физиологии человека и животных, биохимии, математики, физики и других дисциплин.

Цель учебного пособия – получение знаний о современном состоянии, оценке и тенденциях развития земельных, водных и рекреационных ресурсов; особенностях рекреаци-

онной деятельности Республики Беларусь с учетом накопленного отечественного и зарубежного опыта.

Основными задачами учебного пособия являются:

- ◆ овладение основными понятиями, терминами и определениями;
- ◆ формирование представления о комплексном характере рекреационных ресурсов и их связи с земельными, водными и другими ресурсами территории;
- ◆ изучение особенностей размещения современного природно-ресурсного потенциала Республики Беларусь;
- ◆ определение существующих экологических проблем в использовании земельных, водных и рекреационных ресурсах, путях их решения.

Материал учебного пособия изложен на основе действующего законодательства, имеющих отечественных и зарубежных публикаций, рекреационного опыта Республики Беларусь, а также стран ближнего и дальнего зарубежья.

Поскольку некоторые главы пособия освещают по существу материал самостоятельных дисциплин, которым посвящена немногочисленная специальная литература, в нем приводятся лишь сведения, необходимые для усвоения общих понятий и закономерностей, относящихся к предмету изучения.

Пособие проиллюстрировано рисунками, схемами и авторскими фотографиями.

Предназначено для студентов и магистрантов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям экологического, географического и туристического профилей, но по объему справочно-информационного материала может быть полезно преподавателям смежных дисциплин, специалистам, занимающимся природопользованием и туристической индустрией, слушателям системы последиplomного образования, магистрантам, а также широкому кругу читателей.

Авторы выражают свою искреннюю благодарность кандидату технических наук, доценту *И.Н. Жмыхову* и *Е.А. Rogовой* за большую помощь в подготовке рукописи к изданию и предоставленные для нее авторские иллюстрации, а также рецензентам рукописи учебного пособия: сотрудникам кафедры природообустройства УО «Брестский государственный технический университет»; заведующему кафедрой кандидату технических наук, доценту *О.П. Мешку*; заведующему кафедрой экологического мониторинга и менеджмента Международного государственного экологического института имени А.Д. Сахарова БГУ доктору сельскохозяйственных наук, профессору *С.Е. Головатому*. Их замечания и пожелания помогли существенно улучшить структуру и содержание учебного пособия.

Глава 1. Земельные ресурсы

1.1. Литосфера и ее основные экологические функции

Земельные ресурсы планеты являются одним из элементов формирующей биосферу литосферы – верхней оболочки Земли, постепенно переходящей с глубиной в сферы с меньшей прочностью вещества и включающей земную кору и верхнюю мантию Земли (Реймерс, 1990).

Масса земной коры составляет 0,8 % массы всей Земли. Средняя плотность вещества земной коры $2,8 \text{ г/см}^3$. Средняя толщина ее – приблизительно 30 км, с колебаниями 4–6 км под срединными океаническими хребтами и некоторыми абиссальными впадинами и до 55–70 км – под молодыми складчатыми горами.

В земной коре сверху вниз выделяют три слоя:

- ♦ осадочный, в котором преобладают глины, глинистые сланцы, песчаные, карбонатные и вулканогенные породы. Толщина осадочного слоя изменяется от 20–25 км в глубоких впадинах до практически полного его отсутствия на кристаллических щитах;

- ♦ гранитный, состоящий из таких пород, как граниты, гнейсы, гранодиориты, диориты, кристаллические сланцы, амфиболиты. Этот слой отсутствует под океанами, а на континентах его мощность достигает нескольких километров;

- ♦ базальтовый, сложенный кристаллическими породами основного состава, более плотными по сравнению с гранитным слоем. Под континентами его мощность составляет 15–40 км, а под океанами – 2–7 км (Голубев, 1999).

Земная кора совместно с верхней мантией образует *тектоносферу* – тот слой, в котором происходят основные тектонические движения и деформации, приводящие к изменению рельефа земной поверхности и океанического дна.

Литосфера лежит на *астеносфере* – более слабой, более горячей и более глубокой части верхней мантии. Граница между литосферой и астеносферой определяется различием на воздействие напряжения: литосфера остается жесткой в течение очень длительного геологического времени и деформируется разломами, в то время как астеносфера деформируется вязко и пластично. Литосфера разбита на тектонические плиты. Самая верхняя часть литосферы, что вступает в химическую реакцию с атмосферой, гидросферой и биосферой через процесс формирования почвы, называется *педосферой*.

Понятие о литосфере как о прочном внешнем слое Земли было разработано Джозефом Барреллом, который в ряде научных работ ввел основные понятия, термины и определения. Его концепция была основана на наличии значительных аномалий силы тяжести на континентальной коре. Исходя из этого, ученый сделал вывод, что должен существовать прочный верхний слой (литосфера) над более слабым текучим слоем (астеносфера).

Эти идеи были расширены геологом Реджиналдом Олдуортом Дэли в его основополагающей работе «Сила и строение Земли» (1940) и приняты геологами и геофизиками. Хотя представления о литосфере и астеносфере были разработаны задолго до этого, сама теория тектонических плит была сформулирована только в 1960-х гг. Понятия о том, что существует прочная литосфера и что она опирается на более слабую астеносферу, имеют важное значение для этой теории.

Существует два типа литосферы:

- ♦ океаническая литосфера, которая связана с океанической корой и существует в океанических бассейнах;

◆ континентальная литосфера, которая связана с континентальной корой.

Океаническая литосфера, как правило, имеет толщину около 50–100 км (но под срединно-океаническими хребтами она не толще, чем кора), в то время как *континентальная литосфера* – 40–200 км, верхний слой типичной континентальной литосферы толщиной 30–50 км является корой. Мантия литосферы состоит в основном из перидотитов.

Самые верхние горизонты литосферы находятся в совместном и взаимосвязанном взаимодействии с другими геосферами – атмосферой, гидросферой, биотой. В результате такого взаимодействия на поверхности литосферы образуется *кора выветривания* – совместный продукт деятельности воды, воздуха и живых существ. Именно на ней развиваются почвы. Мощность коры выветривания и ее строение подчиняются в целом закону *географической зональности*, устанавливающему, что в разных географических широтах повторяются географические зоны, обладающие определенными общими свойствами.

На суше литосфера покрыта *педосферой* (почвенный комплекс), *биотой* (растительность и животный мир) и *криосферой* (зона вечного льда и снега).

Сквозь почву и кору выветривания в литосфере происходит активный газообмен с атмосферой. Существует обмен между литосферой и гидросферой. Неоднородность литосферы является следствием всей геологической истории развития планеты Земля, т. е. энергетического взаимодействия основных противоположно направленных процессов – саморегулирования и поступательной эволюции. Расходуемую на геологические и биологические процессы энергию наша планета получает преимущественно из одного источника – Солнца. Однако в самой литосфере имеются также собственные источники энергии, прежде всего такие, как реакции распада радиоактивных элементов, протекающие с выделением огромного количества теплоты.

Непрерывное поступление энергии в той или иной форме в литосферу обуславливает неравновесность ее энергетического состояния, что проявляется землетрясениями, процессами горообразования, текучести рек, образования и исчезновения морей, изменения рельефа и ландшафта и т. д.

Наряду с энергией литосфера поглощает большое количество вещества в виде паров, газов, жидкой магмы из мантии, метеоритов из космического пространства и др. Вместе с тем земная кора отдает свои энергию и вещество в мантию и околоземное космическое пространство.

Именно непрерывный энерго- и массообмен литосферы с атмосферой, гидросферой, космическим пространством, внутренними глубинными сферами Земли является тем основным механизмом, который обуславливает протекание всех геологических и биологических процессов, наблюдаемых в литосфере и на ее поверхности.

Литосфера наряду с солнечной радиацией и космическим излучением является источником энергии, а также ее накопителем, преобразователем, поглотителем и передающей средой. Значительная часть этой энергии используется на поддержание геологических процессов и создание условий, пригодных для жизнедеятельности растительного, животного мира и человечества. Эти качества литосферы проистекают из особенностей ее строения, состояния и происходящих как внутри, так и на ее поверхности геологических процессов и реализуются через ее экологические функции.

Под *экологическими функциями* литосферы понимается все многообразие функций, определяющих и отражающих роль и значение литосферы, включая подземные воды, нефть, газы, геофизические поля и протекающие в ней геологические процессы, в жизнеобеспечении биоты, и главным образом человеческого сообщества (Трофимов, Зилинг, 2002).

Литосфера – среда сосредоточения природных минеральных и иных ресурсов, необходимых для функционирования и развития человечества. В связи с этим в настоящее время наибольшую значимость для рассмотрения представляют именно ее экологические функ-

ции и их преобразование под влиянием техногенеза. Классификация экологических функций литосферы приведена на рис. 1.1.

Ресурсная экологическая функция литосферы определяется ролью ее минеральных, органических, органоминеральных ресурсов, геологического пространства для жизни и деятельности биоты как в качестве биоценоза, так и человеческого сообщества как социальной структуры (Трофимов, Зилинг, 2002).

Изучение ресурсной экологической функции литосферы позволяет оценить емкость эколого-геологической системы, возможности ее регулирования для обеспечения устойчивого функционирования экосистем в целом.

Данная функция литосферы определяет комфортность существования биоты, т. е. живой составляющей биосферы, и в значительной степени возможность ее развития. Она тесно связана с социально-экономическими проблемами человеческой цивилизации и призвана обеспечить литосферно-генетическое обоснование решений по использованию той или иной территории в любых целях.

Ресурсная функция литосферы многогранна и включает в себя такие категории, как минерально-сырьевые ресурсы литосферы, необходимые для жизнедеятельности биоты (с учетом человеческого сообщества); ресурсы геологического пространства, т. е. площадь и объем, необходимые для расселения и функционирования биоты, включая человека как биологический вид и как социальную структуру.

На фоне эволюции природных геологических сред в истории Земли выделяют два этапа. Первый этап – естественно-природный, охватывающий временной период от зарождения Земли (около 3,5 млрд лет назад) до появления человеческой цивилизации. Второй этап – природно-техногенный, охватывающий временной интервал порядка 200 лет и являющийся в основном порождением техногенеза.



Рис. 1.1. Классификация экологических функций литосферы (Трофимов, Зилинг, 2002)

Ресурсы литосферы на первом этапе создавались и накапливались исключительно за счет естественных геологических и космических процессов. На этом этапе возникли все известные минеральные ресурсы и топливно-энергетический потенциал литосферы.

Со вторым этапом связано коренное изменение сущности ресурсной функции литосферы, вызванное тем, что период накопления ресурсов сменился периодом интенсивного

и всепрогрессирующего их потребления, включая и ресурсы невозобновляемые, а также дефицитом геологического пространства, наиболее ощутимого в малых по площади странах Европы с большой плотностью населения.

Геодинамическая экологическая функция литосферы отражает свойства литосферы влиять на состояние биоты, безопасность и комфортность проживания человека через природные и антропогенные процессы и явления (Трофимов, Зилинг, 2002).

Данная функция реализуется через проявление опасных и катастрофических геологических процессов, таких как извержения вулканов, землетрясения, сели, лавины и другие, а также влияние на биоту геодинамических и геопатогенных зон.

На первом временном этапе геологической истории геодинамическая функция была связана исключительно с естественными планетарными и космическими процессами, тогда как на втором этапе наибольшую роль в формировании геодинамической экологической функции играет техногенное воздействие, с которым связаны интенсификация и динамика деструктивных процессов литосферы.

Техногенез не только вызывает негативные процессы или активизирует природные, но в ряде случаев позволяет снижать их мощность и локализирует их на определенной территории. Это является специфической чертой геодинамической функции литосферы в техногенезе, позволяющей управлять экзогенными геологическими процессами с помощью современных мер инженерной защиты территорий, объектов, зданий и сооружений. Кроме того, необходимость разработки более совершенных способов и технического оснащения защитных мер стимулирует развитие науки и технический прогресс.

Геохимическая и геофизическая экологические функции литосферы ранее рассматривались как единая геофизико-геохимическая функция, имеющая четкую медико-биологическую направленность. Однако в настоящее время в связи с различием природы этих функций они должны рассматриваться как самостоятельные факторы.

Геофизическая экологическая функция связана с природными и техногенными физическими полями и их специфическим воздействием на биосферу, а *геохимическая экологическая функция* – с вещественным составом литосферы, геохимическими полями и аномалиями химической природы.

Геофизическая экологическая функция литосферы отражает свойства геофизических полей (неоднородностей) литосферы природного и техногенного происхождения влиять на состояние биоты, включая человека (Трофимов, Зилинг, 2002).

Экологические функции литосферы являются проявлением большого геологического цикла, или цикла эрозии, – седиментации.

Взаимодействие литосферы с другими компонентами биосферы (атмосферой, гидросферой и биотой) происходит в рамках глобального круговорота вещества и энергии. Вследствие экзогенных процессов биогеохимического круговорота продукты коры выветривания, разрушающейся под действием природных и техногенных факторов, перемещаются под воздействием силы тяжести, при участии воды и ветра, ледников, других агентов; причем в любой точке Земли процессы расходования и накопления вещества находятся в тесном взаимодействии.

Процессы в недрах Земли (эндогенные процессы) приводят в конечном счете к вертикальным и (или) горизонтальным тектоническим движениям и к проявлению вулканической деятельности, сопровождающимся выносом на земную поверхность и в верхние слои литосферы большого количества твердого материала (цв. вкл., фото 1, 2).

За счет взаимодействия экзогенных и эндогенных процессов в литосфере формируется рельеф Земли.

В областях преимущественного накопления твердого вещества осадочные и вулканогенные породы постепенно опускаются. По мере погружения в течение длительного гео-

логического времени они подвергались воздействию значительных и увеличивающихся с глубиной давлений и температур, а также глубинных растворов веществ и таким образом метаморфизировались в минералы и другие полезные ископаемые. Часть магмы, образующейся в результате этих процессов, прорывалась ближе к земной поверхности и преобразовывалась в кристаллические породы. Вулканогенные породы отлагались в виде глубинных интрузий и лав, излившихся на земную поверхность.

В областях горообразования вертикальные тектонические движения поднимали на большую высоту кристаллические и метаморфизированные породы, которые впоследствии под действием природных сил снова разрушались и сносились. В самом верхнем слое земной коры, в зоне гипергенеза, кристаллические породы разрушаются, снова формируя коры выветривания и тем самым замыкая цикл. Так выглядит большой геологический круговорот, который до недавнего времени занимал миллионы и десятки миллионов лет (цв. вкл., фото 3–5).

В результате протекания большого геологического круговорота сформировался географический облик Земли, образовались все известные рельефы, ландшафты и полезные ископаемые.

Последние 200 лет человек активно влияет на эндогенные и экзогенные процессы геологического круговорота и выступает основной геологической силой, изменяя своей деятельностью рельеф, ландшафт, химические и физические факторы окружающей среды.

1.2. Земельные ресурсы мира

Земельные ресурсы мира – это сельскохозяйственные и другие земли, которые используются или могут быть использованы при данном уровне развития производительных сил общества в разных отраслях деятельности человека (сельское, лесное, водное хозяйство, строительство населенных пунктов, дорог и т. д.). На рис. 1.2 показана общая структура территории Земли.



Рис. 1.2. Общая структура территории Земли (Клебанович, 2012)

Территориально распределение мировых земельных ресурсов весьма неоднородно (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Структура мировых земельных ресурсов (Клебанович, 2012)

Регион	Доля от мирового значения, %				
	Земельный фонд	Пахотные земли	Луга и пастбища	Леса	Прочие земли
Европа	8	27	16	10	16
Азия	33	32	18	28	34
Африка	23	15	24	18	22
Северная Америка	17	15	10	17	14
Южная Америка	13	8	17	24	9
Австралия и Океания	6	3	15	3	5
Весь мир	100	100	100	100	100

Территориальные ресурсы – пространственная составляющая природных ресурсов, лимитирующая трудовую деятельность людей, рост численности человечества и многие

другие показатели. Они относятся к незаменимым, невозместимым и невозобновляемым ресурсам (Реймерс, 1990).

В соответствии с Кодексом Республики Беларусь о земле от 23.07.2008 г. № 425-3 земельные ресурсы – земли, земельные участки, которые используются или могут быть использованы в хозяйственной или иной деятельности.

В настоящее время термин «земельные ресурсы» является сложным понятием, которое можно определить как природно-социальное образование, характеризующееся признаками пространственного и интегрального ресурса: протяженностью, рельефом, недрами, водами, почвенным покровом, биотой, а также являющееся объектом хозяйственной деятельности и расселения. Другими словами, *земельные ресурсы* – это совокупные ресурсы земной территории как пространственного базиса хозяйственной деятельности и расселения людей, средства производства, ее биологической продуктивности и экологической устойчивости среды жизнедеятельности.

Земельные ресурсы используются или могут быть использованы в различных отраслях хозяйственной деятельности. Они характеризуются территорией, качеством почв, климатом, рельефом, гидрологическим режимом, растительностью и т. д. Земельные ресурсы являются основой размещения объектов, главным средством производства в сельском, лесном и других хозяйствах, где важную роль играет плодородие почв.

Земельные ресурсы подразделяются на продуктивные, непродуктивные и малопродуктивные.

К *продуктивным земельным ресурсам* относятся пахотные угодья, сады, плантации, луга и пастбища, леса и кустарники; к *непродуктивным земельным ресурсам* – застроенные и нарушенные человеком земли, пески, овраги, ледники и снежники; все остальные земли – это *малопродуктивные земельные ресурсы*.

По целевому назначению выделяют сельскохозяйственные земли; земли лесного и водного фондов; земли промышленности, энергетики, связи, транспорта, обороны; селитебные земли для ведения космической деятельности; другие земли специального назначения.

В связи со стремительным ростом населения и нерациональным использованием мирового земельного фонда обеспеченность земельными ресурсами человечества быстро уменьшается – ежегодно около 2 % на одного человека, т. е. ежегодно теряется 6–7 млн га продуктивных земель (Клебанович, 2012).

Основной проблемой мирового земельного фонда является рост населения в сочетании с деградацией сельскохозяйственных земель, что особенно отражается на обеспеченности пахотными землями на душу населения. В некоторых странах этот показатель давно стал критическим, например в Китае на душу населения приходится 0,09 га, в Египте – 0,05 га пашни.

Однако в настоящее время на планете распахано всего лишь 11 % суши, тогда как ресурсы пашни составляют 24 % суши, или 3200 млн га (Клебанович, 2012). Ограничениями для максимально полного использования потенциальных пахотных земель являются прежде всего другие природные факторы, а также экономическая нецелесообразность освоения этих земель. Известно, что 78 % площади суши (без Антарктиды), не освоенной в сельском хозяйстве, имеют те или иные природные ограничения для развития земледелия, а из оставшихся 22 % земель 13 % отличаются низкой продуктивностью, 6 % – средней и только 3 % – высокой.

По оценкам ряда авторов, к непродуктивным землям, на которых невозможно получение биологической продукции (пустыни, ледники, реки, озера, промышленные зоны и т. д.), относится более 36 % суши, или 5,4 млрд га. На долю продуктивных, но пахотно не пригодных земель (тундра, лесотундра, засушливые и полупустынные пастбища, горные леса и

др.) приходится 7 млрд га, или 47 % всей площади суши. Пахотные земли занимают 2,5 млрд га, или около 17 % суши.

В табл. 1.2 приведены природные факторы, ограничивающие развитие мирового сельскохозяйственного производства.

Таблица 1.2. Природные факторы, ограничивающие развитие мирового сельскохозяйственного производства (Клебанович, 2012)

Вид ограничения, препятствующего распашке земель	Площадь, млн га	Доля от общей земельной площади, %
Ледниковое покрытие	1490	10
Низкие температуры	2235	15
Сухость климата	2533	17
Крутизна склонов	2682	18
Свойства почв:		
маломощность	1341	9
бедность питательными веществами	795	5
переувлажненность	596	4
Всего	11 672	78

По имеющимся данным установлено, что все наиболее доступные и плодородные земли уже распашаны, то, что имеется в резерве земельного фонда Земли, – это территории, требующие значительных капиталовложений для их освоения и улучшения плодородия, мелиорации, ирригации и других агротехнических приемов.

Однако показано, что использование малопродуктивных и непродуктивных территорий в рекреационных целях позволяет получать соответствующие доходы для освоения резерва пахотных земель в странах, регионах, континентах.

В настоящее время использование земли является динамичным процессом, причем каждый ландшафтно-географический пояс Земли характеризуется специфическим землепользованием.

Землепользование (использование земельных участков) – хозяйственная и иная деятельность, в процессе которой используются полезные свойства земель, земельных участков и (или) оказывается воздействие на землю (Кодекс Республики Беларусь о земле).

Известны такие виды землепользования, как сельскохозяйственное, промышленное, градостроительное, лесоустроительное, рекреационное и др. Различия видов землепользования определяются двумя группами факторов – природными и социально-экономическими. Среди природных факторов выделяют прежде всего климат, рельеф, почвы и растительность. При этом в каждом конкретном регионе эти факторы в различной степени влияют на тип землепользования. Чем сложнее внутреннее структурное устройство ландшафтной системы региона, тем больше имеется потенциальных вариантов организации землепользования, в том числе и рекреационного.

Социально-экономические факторы связаны с социальным, экономическим, демографическим, историческим, культурным и другими уровнями развития региона.

Рекреационное землепользование – это использование земель для целей рекреации. Земельные ресурсы являются основой размещения объектов рекреации.

В зависимости от направления рекреационной деятельности выделяют три основных типа территорий рекреационного использования:

- ◆ с высокой интенсивностью рекреации, на которых отсутствуют другие виды землепользования или они имеют второстепенное значение (парки, пляжи, территории санаториев, домов отдыха и т. д.);

- ◆ со средней интенсивностью рекреации, выполняющие одновременно некоторые экологические, производственные, иные функции (противоэрозионные леса и полосы, пригородные зеленые зоны, лесные массивы и т. д.);

- ◆ с незначительным удельным весом рекреации (особо охраняемые территории, национальные парки, ботанические сады и т. д.).

Рекреационное землепользование имеет достаточно большое удельное значение в общем землепользовании. Главным условием его возникновения является наличие на данном земельном участке соответствующих природных рекреационных свойств и пригодность его для организации определенного направления или комплекса направлений рекреационной деятельности.

В зависимости от ландшафтно-экологических условий земельного участка устанавливается тип рекреационного землепользования:

- ◆ адаптационный – использование территории исключительно в соответствии с природными свойствами без участия антропогенного компонента (например, участки дикой природы для кратковременной маршрутной туристической деятельности);

- ◆ смешанный – с включением антропогенного компонента в природные свойства территории (создание сезонных лагерей, баз отдыха, площадок для кратковременного отдыха, сезонных пляжей и т. д.);

- ◆ преимущественно антропогенный – рекреационная деятельность вызывает существенные изменения природной среды и ландшафта (строительство горнолыжных трасс, спортивных комплексов, санаториев и т. д.);

- ◆ техногенный – связанный с полной заменой существующих природных условий на искусственно созданные (искусственные моря, намывные пляжи, ботанические сады и т. д.).

Организацию использования земельных ресурсов в рекреационных целях следует проводить на ландшафтно-экологической основе, что позволяет создать оптимальное соотношение землепользования; установить сбалансированное соотношение между эксплуатацией, улучшением и консервацией имеющегося земельного фонда; создать условия для предотвращения или минимизации негативных природных и антропогенных процессов.

В целом рекреационное землепользование должно быть направлено на формирование упорядоченной системы использования земельного фонда, в которой обеспечиваются оптимальные условия для естественного и искусственного воспроизводства необходимых рекреационных свойств территории, создаются благоприятные организационно-территориальные условия для рекреационной деятельности, устанавливается баланс между всеми видами землепользования.

Следует отметить, что каждому ландшафтно-географическому поясу Земли присущи специфические особенности землепользования.

Землепользование в *холодном поясе* (от арктических территорий до среднетаежных лесов) ограничено прежде всего таким фактором, как дефицит тепла. Выращивание основных сельскохозяйственных культур в открытом грунте практически невозможно на большей части данной территории; низкая продуктивность кормовых растений ограничивает развитие в этом поясе пастбищных хозяйств. Животноводство имеет преимущественно очаговый характер, причем наибольшее значение имеет оленеводство, которое является основным местным источником продовольствия и животного сырья.

Землепользование в *умеренном поясе* характеризуется наличием агроландшафтов с четкой выраженной сезонностью по условиям теплообеспеченности (холодный и теплый сезоны года). Основной особенностью сельскохозяйственных культур данного пояса являются достаточно строгие требования к условиям термо- и фитопериодизма.

В *Евразии*, на равнинах Восточной и Западной Европы, находятся самые обширные на планете земледельческие территории. Эти регионы характеризуются наиболее высокой степенью распаханности земель (60–70 %), в то время как площади пастбищ достаточно ограничены. Животноводство преимущественно базируется не на естественных пастбищах и выгонах, а на кормовых культурах при стойловом содержании скота (Нидерланды, Голландия, Латвия, Эстония и др.) и на ограниченных культурных лугах.

В *Северной Америке*, в восточном приокеаническом секторе умеренного пояса находится массив земледельческих территорий, лишь немного уступающий подобному массиву Евразии. При достаточном увлажнении в теплый сезон здесь хорошо растут зерновые, бобовые, овощные культуры, корнеплоды, многолетние плодовые культуры.

Земледельческое использование территории умеренного пояса становится нерациональным или нерентабельным в горах и в условиях значительного дефицита атмосферного увлажнения. Поэтому пастбищное хозяйство этого пояса сосредоточено преимущественно на равнинах в пределах континентального сектора (зоны сухих степей, полупустынь, пустынь и ксерофитных редколесий) либо на плоскогорьях, недостаточно влажных или теплых для выращивания сельскохозяйственных культур. Пастбищные угодья занимают равнины Центральной Азии, котловины, горы и холмы Внутренней Монголии, сухие степи и полупустыни Казахстана и Прикаспия, аридные области запада США.

Для полупустынных пастбищ характерно отгонное скотоводство, при котором пастбища используются строго ограниченное время. Ландшафты полупустынь с коротким периодом вегетации эфемеров, с низкой биопродуктивностью могут быть отнесены к непродуктивным землям, хотя при организации искусственного водоснабжения возможно сельскохозяйственное земледелие определенных культур.

В *субтропиках* Северного полушария длительность вегетационного периода составляет порядка 200 дней в году в северных районах и является круглогодичной в южных.

В континентальном секторе теплого пояса гидротермический коэффициент не превышает 0,3, поэтому земледелие здесь возможно только при орошении. В районах муссонного климата из-за неравномерности выпадения осадков (летом – избыток в северном полушарии) при земледельческом освоении необходимо сооружение дренажной сети. На восточных окраинах материков имеются регионы с одинаково хорошей влагообеспеченностью в течение всего года, что наиболее благоприятно для земледелия.

В субтропиках почти повсеместно существует два вегетационных периода: в Европе – весенний и осенний, в остальных регионах – летний и зимний. В зимний период возделывают малотребовательные к теплу зерновые и овощные культуры; в летний период – многолетние культуры, хлопчатник, поздние сорта риса и кукурузы, цитрусовые, чай, инжир, маслины и однолетники тропического пояса.

В самых теплых районах – в северной Сахаре, Аравии, на юге Ирака, Ирана, в Калифорнии – плодоносят финиковая пальма, поздние сорта хлопчатника. Примером хорошей адаптации к термическому и влажностному режиму субтропиков может служить пшеница, которая произрастает в различных экологических условиях этого пояса. Важнейшей сельскохозяйственной культурой субтропиков, особенно на востоке Азии (а также в Мексике, Калифорнии и некоторых других районах), является рис – растение летней вегетации в условиях обильного полива.

Сочетание горного и равнинного рельефов в субтропиках обуславливает чередование здесь земледельческих и пастбищных угодий, а также наличие смешанных земледельче-

ско-пастбищных угодий. Пастбищные угодья теплого климатического пояса расположены в засушливых районах, где базируются на скудных фитоценозах пустынь и полупустынь. Рост поголовья животных, увеличение нагрузки на пастбища приводят к внедрению пастбищного хозяйства в лесные ландшафты горных склонов, что крайне вредит этим ландшафтам. Важной экологически значимой особенностью современного состояния пастбищного хозяйства субтропиков является то, что кочевое скотоводство уступает место отгонному пастбищному.

Землепользование в *тропиках* обеспечивается значительными ресурсами тепла (сумма активных температур более 8000 °С) и высокой влажностью.

Вегетация растений в течение всего года является непрерывной при почти низкой напряженности биологических процессов. Земледелие в этих условиях основывается на многолетних древесно-кустарниковых и однолетних скороспелых культурах, позволяющих получать несколько урожаев в год.

Основным лимитирующим фактором землепользования в тропиках является рельеф, так как значительные площади заняты горами и высокими нагорьями. Состав сельскохозяйственных культур в этих районах меняется с высотой от тропических культур к культурам умеренного пояса. Наиболее высоко в горах Азии, Африки, Южной Америки выращиваются ячмень и пшеница, однако большая часть горных районов жаркого пояса – это пастбища (в сухих районах) или леса (приэкваториальные области).

В районах избыточного увлажнения (Филиппины, Малайзия, Большие Зондские острова, впадина Конго, Западная Амазония) некоторые растения плодоносят в течение всего года. Здесь же распространены культуры, не переносящие сухого сезона (масличная пальма, гевея, маниок). Другие культуры, такие как кофе, хлопчатник, какао, табак, нуждаются в сухом периоде созревания.

Большинство растений во влажных районах экваториального пояса очень чувствительны к прямому солнечному свету, богатому инфракрасными лучами, и саженцы теплолюбивых растений (масличная пальма, хинное дерево) гибнут от ожогов. При выращивании целого ряда культур требуется затемнение.

Наиболее рациональное направление землепользования влажных тропиков – это возделывание многолетних плантационных древесно-кустарниковых культур. Перспективны плантации, имитирующие природные экосистемы влажнотропических лесов (смешанные посевы). Довольно широко распространено возделывание риса.

Зона достаточного увлажнения (с 2–5 сухими или засушливыми месяцами) соответствует субэкваториальному географическому поясу. Эти районы являются наиболее благоприятными для животноводства и земледелия.

Однако проблема эрозии почв стоит здесь очень остро, особенно ввиду того, что в данных регионах преобладают традиционные формы сельского хозяйства.

Равнины этих регионов, где могут выращиваться даже влаголюбивые культуры (рис, гевея), представляют собой основную часть пахотных угодий жаркого пояса. Напряженность и характер сельскохозяйственных работ регулируются чередованием сухих и влажных периодов. Даже для районов, наиболее обеспеченных осадками, нужны системы орошения на случай засух или других неблагоприятных климатических явлений.

Муссонные тропики Азии характеризуются наивысшей плотностью населения среди тропических районов.

По мере приближения от экватора к тропикам с увеличением сухости климата земледелие сменяется пастбищным хозяйством. Пастбища расположены на равнинах в пределах континентального сектора в зоне саванн и редколесий субэкваториального пояса. Это обширные территории Аравийского полуострова, юга Иранского нагорья, северо-запада Индии, Сахель, окраины Калахари и Намиб. Часто пастбища мозаично переплетаются с земледелием.

Биопродуктивность пастбищ континентальных районов тропического пояса достаточно низкая, а нагрузки значительны, что и является одной из основных причин усиливающегося опустынивания. Растительный покров разрежен и флористически беден; в растительных сообществах мало эфемеров, особенно ценных в скотоводстве. Время выпаса ограничено и обычно не превышает 5–6 месяцев.

В аридных районах тропиков орошаемые земли, используемые в земледелии, всегда будут составлять лишь небольшую часть общей площади, пригодной далеко не полностью для пастбищного животноводства. Аридные почвы по большей части в той или иной степени засолены. Эти районы характеризуются небольшим числом видов животных организмов, слабой защитной способностью растительности, нерегулярным характером колебаний климатических условий, низкой биологической продуктивностью, бедными органическим веществом почвами, подверженными всем видам деградации. Наиболее экологически адаптировано к подобным условиям кочевое скотоводство.

Отличительная особенность экологической среды тропиков состоит в том, что отрицательное влияние хозяйственной деятельности распространяется на большие территории, вызывая такие явления, как обезлесение, осаваннивание и опустынивание на обширных территориях. Вредные последствия подсечной системы земледелия ощущаются далеко за пределами районов, где она практикуется, и выражаются в истощении водных ресурсов, загрязнении речных вод, усилении наводнений, заилении и эвтрофикации водоемов.

Как было показано ранее (см. табл. 1.2), земельные ресурсы распределены на Земле неравномерно не только по зонам, но и по частям света.

На долю обрабатываемых земель в Европе приходится 27 % земельных ресурсов. В сельскохозяйственное пользование в большей степени вовлекались широко- и жестколиственные леса субтропиков, серые лесные почвы и степные черноземы.

В Азии выделяются два основных массива распаханых земель – Северный Казахстан и Южная Сибирь; равнины, низменности и плато муссонной Азии от Индии до Китая.

В сухих районах Азии, на Ближнем и Среднем Востоке земледелие издревле основано на ирригации, а обрабатываемые земли встречаются пятнами.

Большая часть этих районов представляет собой пастбища, протянувшиеся непрерывным поясом от Малой Азии до Монголии. Для Азии характерно наличие значительных территорий, отнесенных к категории прочих земель (пустыни, высокогорья и др.).

В Африке основным видом использования земельных ресурсов также являются пастбища, занимающие порядка 27 % территории. Во многих частях Африки плужное земледелие до настоящего времени отсутствует в силу исторических причин. Во влажно-лесном поясе господствует подсечно-огневая система земледелия с мотыжной обработкой небольших участков. Полевые агроландшафты распространены на северной и южной окраинах Африки и в Эфиопии. Из-за присутствия мухи цеце в экваториальной Африке в первую очередь осваивались водоразделы, а долины как основные места обитания опасного для человека и скота насекомого почти безлюдны и заняты галерейными лесами.

Огромные территории в Африке относятся к категории прочих земель (44 %), которые представлены пустынями (Сахара, Калахари и Намиб). Вместе с тем более половины земель используется в сельском хозяйстве Восточной (50,3 %, в том числе пашни – 8,6 %) и Южной Африки (54,6 % и 5,8 % соответственно), тогда как в Северной и Центральной Африке – менее 20 %.

При сравнительно небольшой общей освоенности территорий США (20 %) и Канады (около 7 %) равнины востока США и юга Канады характеризуются высокой степенью освоенности: зона прерий используется на 80 %, а зона широколиственных лесов – на 60 %. Здесь отмечаются преимущественно монокультурные полевые ландшафты, образующие почти сплошные ареалы (кукуруза, пшеница и др.). Однако в последнее время отмечается все боль-

ший рост территорий со смешанными посевами, расширяются рекреационные и городские ландшафты. Большая часть пастбищных угодий США (до 70 %) расположена в западной и южной частях страны. Обширные пространства севера Канады отнесены к категории прочих земель.

Более половины площади Латинской Америки приходится на долю лесов, обрабатываемые земли занимают 7 % территории, а пастбища – порядка 26 %. При неуклонном возрастании доли пастбищных и пахотных земель отмечается уменьшение лесных территорий. Значителен ущерб лесному фонду от практики подсечно-огневого земледелия, которую использует половина сельского населения Латинской Америки.

К настоящему времени в Австралии не освоено только 25 % территории (песчаные и каменистые пустыни и переувлажненные леса севера). Полевые и садово-плантационные ландшафты занимают всего около 6 % площади континента, а остальное – это пастбища, лесные и прочие земли.

Наряду с естественными пастбищами полупустынь и редколесий большие площади находятся под искусственными пастбищами сухих степей и саванн, на которых проводятся перепашка, орошение, внесение удобрений, засевание травами и другие мелиоративные и агротехнические мероприятия. Эти пастбища во многом напоминают земледельческие ландшафты.

Среди прочих земель мира велика доля территорий, выпадающих из хозяйственного использования в результате нерационального непродуманного использования, таких как бедленды (вид сухого рельефа с глиняными почвами, состоящего из сети холмов с узкими гребнями, пересеченных оврагами, не пригодного для хозяйственной деятельности), области антропогенного карста, заброшенные нерекультивируемые карьеры, засоленные и заболоченные земли, подвижные пески и районы сброса промышленно-бытовых отходов. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) в категории прочих земель находится около 200 млн га продуктивных, резервных для сельскохозяйственного освоения земель. В Азии таких земель около 60 млн га, в Африке – 70 млн га, на Американском континенте – также около 70 млн га. Освоение этих земель потребует значительных капиталовложений.

В настоящее время четко прослеживается тенденция в изменении земельных ресурсов мира, выражающаяся в наступлении городских и сельских территорий и горно-промышленно-транспортных комплексов на пахотные земли, которые в свою очередь расширяются за счет пастбищ, а площади последних растут за счет лесов и пустынь. Следствием этого является постоянное сокращение площади лесов на Земле и рост пустынь. Для определения вида землепользования наиболее важны оценка состояния почвы и почвенное плодородие.

1.3. Почвы и почвенное плодородие

1.3.1. Почвы и их роль в природе

Почвенный покров представляет собой самостоятельную земную оболочку – педосферу.

Педосфера – это слой литосферы, в котором происходят почвообразовательные процессы. Является частью террабио-сферы, она состоит из почвы и лежащих под ней подпочвы и коры выветривания. В образовании педосферы принимают участие литосфера, атмосфера и живое вещество биосферы.

На рис. 1.3 показано место педосферы в системе земных геосфер.

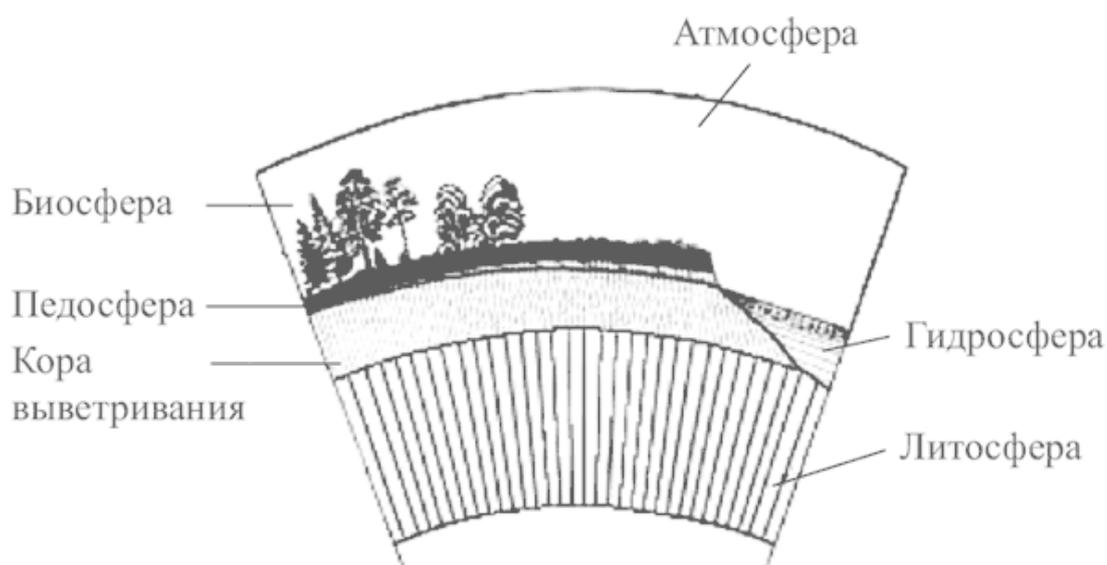


Рис. 1.3. Место педосферы в системе земных геосфер (Ковда, Розанов, 1988)

По В.И. Вернадскому, *почва* – это биокосное тело, состоящее одновременно из живых и косных (неорганических) тел – минералов, воды, воздуха, органических остатков.

В современном представлении почва – это обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени (Ковда, Розанов, 1988).

Таким образом, почва является многофазной системой, включающей твердую, жидкую, газообразную и живую фазы в отличие от всех других природных тел.

Почва играет огромную роль в функционировании и формировании биосферы, так как обладает рядом глобальных экологических функций.

1. Почва обеспечивает существование жизни на Земле – вся биомасса живого вещества биосферы создается в конечном счете за счет элементов питания и воды, находящихся и поступающих в биосферу из почвы.

2. Почва обеспечивает постоянное взаимодействие малого биологического и большого геологического круговоротов вещества и энергии на земной поверхности.

Первичные горные породы подвергаются выветриванию, в верхней части коры выветривания формируется собственно почва, аккумулирующая элементы минерального питания

и воду, необходимые для развития живых организмов. Эти элементы используются живой компонентой почвы и через ряд промежуточных трофических циклов (растения – животные – микроорганизмы) снова возвращаются в почву. Этот процесс формирует *малый биологический круговорот*.

Именно из почвы минеральные элементы частично выносятся атмосферными осадками в гидрографическую сеть, в зоны аккумуляции и в конечном счете в Мировой океан, где дают начало образованию осадочных горных пород, как за счет седиментации в донных грунтах, так и за счет аккумуляции в живых организмах. В дальнейшем эти осадочные горные породы могут либо снова выйти на поверхность, либо подвергнуться глубинному метаморфизму. Таков *большой геологический круговорот* вещества.

Таким образом, почва является связующим звеном и регулятором взаимодействия двух основных жизнеобеспечивающих процессов на планете.

3. Почва регулирует химический состав атмосферы и гидросферы.

Известно, что почвенное «дыхание», фотосинтез и дыхание живых организмов играют основную роль в создании и поддержании необходимого для земной жизни состава приземного слоя атмосферного воздуха и атмосферы в целом.

Почва как природное образование создавалась тысячелетиями. Например, возраст черноземов и темно-каштановых почв составляет 2500–3000 лет; светло-каштановых, серых и бурых лесных – 800–1000 лет; торфяно-глеевых, горно-луговых, лугово-каштановых – 500–800 лет; подзолистых почв – 1500 лет.

В.В. Докучаевым выделены следующие факторы почвообразования: климат, рельеф, время, хозяйственная деятельность человека, материнские породы, растительный и животный мир. Косвенным фактором является рельеф, влияющий на изменение воздействия на почву климатических условий, зависящих в значительной мере от высотных отметок почвенного слоя.

К числу важнейших факторов, оказывающих прямое влияние на почвообразование, относится *климат*. С ним связаны тепловой и водный режимы почвы, от которых зависят биологические и физико-химические почвенные процессы.

Под *тепловым режимом* понимают совокупность процессов теплообмена в системе «приземный слой воздуха – почва – почвообразующая порода». Тепловой режим обуславливает процессы переноса и аккумуляции теплоты в почве. Характер теплового режима определяется главным образом соотношением поглощения радиационной (лучистой) энергии Солнца и теплового излучения почвы. Он зависит от окраски почвы, характера поверхности, теплоемкости, влажности и других факторов. Заметное влияние на тепловой режим почвы оказывает растительность.

Водный режим почвы в основном определяется количеством атмосферных осадков и испаряемостью, распределением осадков в течение года, их формой (при ливневых дождях вода не успевает проникнуть в почву, стекает в виде поверхностного стока).

Климатические условия оказывают влияние на такие факторы почвообразования, как почвообразующие породы, растительный и животный мир и др. С климатом связано распространение основных типов почв.

Рельеф – один из факторов перераспределения по земной поверхности теплоты и воды. С изменением высоты местности меняются водный и тепловой режимы почвы. Рельефом обусловлена поясность почвенного покрова в горах. С особенностями рельефа связаны характер влияния на почву грунтовых, талых и дождевых вод, миграция водорастворимых веществ.

К числу факторов почвообразования относится *время* – необходимое условие для любого процесса в природе. Абсолютный возраст почв Восточно-Европейской равнины,

Западной Сибири, Северной Америки и Западной Европы, определенный радиоуглеродным методом, – от нескольких сотен до нескольких тысяч лет.

Существенным фактором почвообразования, особенно в последнее время, является также *хозяйственная деятельность человека*.

Процесс почвообразования тесно связан с физическим и химическим выветриванием горных пород. При выветривании горных пород создается *элювий* – кора выветривания различной мощности, состава, условий залегания и степени влажности. В этом длительном процессе кроме физических и химических факторов важную роль играют также биологические факторы.

Кора выветривания является исходным субстратом для почвообразования, которое начинается с момента поселения на этом субстрате микроорганизмов. В результате жизнедеятельности микроорганизмов извлекаются минеральные компоненты из субстрата и выделяются органические кислоты, что создает условия для поселения пионеров растительности – лишайников. Не требовательные к условиям жизни лишайники продолжают функционировать и обогащать подстилающие минеральные горизонты органическими соединениями. На обогащенной питательными веществами почве заселяются высшие растения и животные. В результате их жизнедеятельности в почве постепенно накапливаются специфические органические вещества, обеспечивающие ее плодородие, в частности *гумус*.

Важнейшим свойством почвы является *плодородие*, т. е. способность обеспечивать условия для продуцирования растениями органического вещества. Плодородие почв обусловлено их физическими, химическими и биологическими свойствами.

К *физическим свойствам почвы* относятся гранулометрический состав, относительная рыхлость структуры, водопроницаемость, аэрируемость, отсутствие света, малая амплитуда колебания температуры, незначительный объем почвенного воздуха.

Химические свойства почвы обусловлены наличием минеральных веществ, реакцией среды, засоленностью.

Биологические свойства почвы определяются наличием различных живых организмов в пахотном слое почвы.

Почва состоит из хорошо выраженных слоев, обычно различающихся по цвету, которые называются *почвенными горизонтами*. Они образуются и развиваются в результате сложнейшего взаимодействия растений, животных, микроорганизмов и элювированных (выветренных) горных пород.

По специфическим свойствам и химическому составу выделяют следующие основные почвенные горизонты:

◆ *перегнойно-аккумулятивный горизонт* – самый верхний, темноокрашенный, богатый гумусом, содержащий основную массу корней растений, почвенных животных и микроорганизмов;

◆ *горизонт вымывания (элювиальный)* – в нем накапливаются, аккумулируются и преобразуются вещества, поступающие из верхнего горизонта;

◆ *иллювиальный горизонт*, в пределах которого поступающие из верхних горизонтов органические кислоты вступают в химические реакции с минералами;

◆ *материнская порода (почвообразующий горизонт)* – материал ее постепенно преобразуется в почву.

Горизонты почв, отличающиеся по свойствам, формируют вертикальный *почвенный профиль*.

Мощность почвы характеризует степень близости подстилающей материнской породы – подпочвы, влияющей на распространение корней.

Почва относится к основным биологическим экологическим факторам существования и формирования биосферы – *эдафическим*, которые характеризуются и определяются

ее механическим и химическим составом, рыхлостью, структурой, водопроницаемостью, влажностью, аэрируемостью.

Состав почвы. Почва состоит из трех фаз: твердой, жидкой, газообразной.

Твердая фаза занимает около 50 % объема почвы. Остальную часть занимают поры, заполненные водой или воздухом. Твердую фазу почвы формируют частицы различных размеров: от обломков пород, достигающих десятков сантиметров, до коллоидных частиц в сотые доли микрона. Благодаря малым размерам коллоиды почвы имеют огромную суммарную поверхность (6000 м^2 в 1 см^3 почвы). Этим свойством объясняется высокая *адсорбционная способность коллоидов* – способность удерживать подвижные соединения химических элементов.

Важнейшей частью почвы является *гумус*, состоящий из гуминовых кислот, фульвокислот и гуминов. Наличием гумуса определяются структура и водоудерживающая способность почвы, ее кислотность, питательная ценность. Деление почв на подзолистые, сероземы, черноземы основано прежде всего на содержании гумуса, которое в различных почвах колеблется от 1 % (подзолы и сероземы), 7–8 % (обыкновенные черноземы) и до 12 % (тучные черноземы).

По гранулометрическому составу в зависимости от соотношения крупных и мелких частиц почвы делят на четыре группы:

- ◆ *песчаные* (маловлагоемкие, хорошо влагопроницаемые, но бедные гумусом);
- ◆ *супесчаные* (бесструктурные, бедные гумусом, хорошо водо- и воздухопроницаемые);
- ◆ *суглинистые* (наиболее благоприятные по своим свойствам для земледелия, со средней влагоемкостью и водопроницаемостью, хорошо обеспечены гумусом);
- ◆ *глинистые* (с высокой влагоемкостью и большим содержанием элементов питания, самые мелкодисперсные).

По степени пористости различают почвы *тонкодисперсные* (диаметр пор $< 1 \text{ мм}$), *пористые* (1–3 мм), *губчатые* (3–5 мм), *ноздреватые* (5–10 мм), *ячеистые* ($> 10 \text{ мм}$) и *трубчатые* (поры образуют каналы).

Твердая фаза почвы содержит основные запасы питательных элементов. Она состоит из минеральной (90–99 % массы) и органической (1–10 % массы) частей. Минеральная часть почвы на 90 % состоит из четырех элементов – кислорода, кремния, водорода, алюминия. Такие химические элементы, как углерод, водород, кислород, фосфор, сера, содержатся в минеральной и органической частях почвы.

Органические вещества твердой части почвы подразделяются на негумифицированные и гумифицированные вещества.

Негумифицированные (подвижные) органические вещества – это отмершие остатки растений и микроорганизмов, которые легко разлагаются в почве. Содержащиеся в них элементы питания переходят в доступную для растений минеральную форму. Органические вещества минерализуются не полностью. Одновременно в почве идет синтез новых сложных органических соединений, которые служат источником для образования гумусовых, или перегнойных, веществ.

Гумифицированные (перегнойные) органические вещества – это высокомолекулярные азотсодержащие соединения. Они составляют основную часть (90 %) органического вещества почвы. На полях под зерновыми культурами за вегетационный период разлагается 0,7–0,8 т/га гумуса, а под пропашными культурами – 1–1,2 т/га гумуса с образованием доступных для растений минерального азота (N), фосфора (P), серы (S).

Влажность и аэрация. Почвенная вода подразделяется на гравитационную, гигроскопическую и капиллярную.

Гравитационная вода – подвижная вода, является основной разновидностью свободной воды, которая заполняет широкие промежутки между частицами почвы и просачивается вниз сквозь почву под действием силы тяжести, пока не достигнет грунтовых вод. Растения легко усваивают гравитационную воду, когда она находится в зоне корневой системы. С этой точки зрения для растений весьма важен полив почвы, смачивание ее водой.

Гигроскопическая вода – вода, удерживаемая в почве вокруг отдельных коллоидных частиц в виде тонкой прочной связанной пленки. Она адсорбируется за счет водородных связей на поверхности глины и кварца или на катионах, связанных с глинистыми минералами и гумусом. Гигроскопическая вода высвобождается только при температуре 105–110 °С и физиологически практически недоступна растениям. Количество гигроскопической воды зависит от содержания в почве коллоидных частиц. В глинистых почвах ее содержится около 15 % массы почвы, в песчаных – около 5 %. Она образует так называемый *мертвый запас воды* в почве.

Капиллярная вода – вода, удерживаемая вокруг почвенных частиц силами поверхностного натяжения. Образуется при накоплении слоев гигроскопической воды вокруг почвенных частиц. Сначала заполняются узкие поры между этими частицами, а затем происходит распространение ее во все более широкие поры. Гигроскопическая вода постепенно переходит в капиллярную. Капиллярная вода может подниматься по узким порам и каналцам от уровня грунтовых вод благодаря высокому поверхностному натяжению воды. Растения легко поглощают капиллярную воду, играющую наибольшую роль в регулярном снабжении их водой. Капиллярная вода в отличие от гигроскопической легко испаряется. Тонкоструктурные почвы (например, глины) удерживают больше капиллярной воды, чем грубоструктурные, такие как пески.

Свойство почвы вызывать капиллярный подъем влаги называется ее *водоподъемной способностью*.

В капиллярной воде хорошо растворяются органические и минеральные соединения. Испарение капиллярной воды имеет большое значение при образовании засоленных почв.

Помимо перечисленных форм воды в почве содержится *парообразная влага*, которая занимает все свободные от воды поры.

Почвенная вода находится в постоянном движении: нисходящий ток гравитационной воды в сухие периоды сменяется восходящим током капиллярной воды. Обеспеченность почв водой зависит от температуры, рельефа местности, физико-химических свойств почвы, растительного покрова, перемещения воздуха и других факторов. Вода передвигается в почве к поверхности корней и поступает затем через растение в атмосферу в направлении градиента водного потенциала.

Такие абиотические экологические факторы, как низкая температура почвы, недостаток кислорода в почвенной воде и почвенном воздухе, повышенная кислотность почвы, высокая концентрация растворенных в почвенной воде минеральных солей, затрудняют усвоение доступной почвенной воды для растений. Растения сухих почв обычно имеют более мощную и разветвленную корневую систему, чем влажных почв. Количество физиологически доступной воды влияет на рост, размножение, габитус, продуктивность, биомассу растений.

Почвенный раствор, или *жидкая часть почвы*, – это наиболее подвижная, изменчивая и активная часть почвы, из которой растения поглощают питательные вещества в форме ионов. В почвенном растворе содержатся минеральные и органические вещества, совершаются важные биохимические процессы. В почве присутствуют анионы (HCO_3^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , Cl^- , SO_4^{2-} и др.), катионы (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Zn^{2+} и др.), соли железа, алюминия и других элементов, а также водорастворимые органические вещества.

Наиболее благоприятная для растений концентрация солей в почвенном растворе – 1 г/л (0,1 %). Избыток солей в почве (больше 2 %) вреден для растений. Осмотическое давление почвенного раствора значительно ниже, чем в клеточном соке растений.

Состав почвенного раствора, особенно содержание в нем кислот и оснований, создает *реакцию почвенного раствора*, которая оказывает значительное влияние на жизнедеятельность растений. Реакция почвенного раствора определяется содержанием и соотношением ионов H^+ и OH^- , а также Al^{3+} .

Кислотность почвы определяется наличием в почве ионов водорода и гидролитически кислых солей. Ионы водорода обуславливают *активную кислотность* почвенного раствора, а поглощенные ионы – *потенциальную кислотность*. Кислотность почвы принято выражать *водородным показателем* (рН), который представляет собой отрицательный логарифм концентрации водородных ионов в почвенном растворе.

По величине показателя рН почвенного раствора почвы делят на *сильнокислые* (рН = 3–4), *кислые* (рН = 4–5), *слабокислые* (рН = 5–6), *нейтральные* (рН = 6–7), *щелочные* (рН = 7–8), *сильнощелочные* (рН = 8–9). Нейтральную реакцию имеют черноземы, кислую – дерново-подзолистые, болотные и серые лесные почвы, щелочную – каштановые почвы и сероземы пустынь, сильнощелочную – солонцы.

Реакция почвенного раствора влияет на структуру, гумификацию почвы, содержание питательных веществ и ионный обмен. В очень кислых почвах высвобождается много ионов Al^{3+} , а содержание доступных растениям ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , PO_4^{3-} , Mo^{2-} понижено. В более щелочных почвах, напротив, ионы Fe, Mn, PO_4^{3-} связаны в труднорастворимых соединениях, так что растения хуже обеспечены этими веществами.

Почвенный воздух отличается от атмосферного большим содержанием углекислого газа и меньшим содержанием кислорода.

Воздух в почве в количестве 15–25 % содержится в порах между органическими и минеральными частицами. При отсутствии пор (тяжелые глинистые почвы) или заполнении пор водой во время подтоплений, таяния мерзлоты в почве ухудшается аэрация и могут складываться анаэробные условия. В таких условиях тормозятся физиологические процессы организмов, потребляющих кислород, – аэробов, разложение органических веществ идет медленно. Постепенно накапливаясь, они образуют торф. Большие запасы торфа характерны для болот, заболоченных лесов, тундровых сообществ. Торфонакопление особенно выражено в северных регионах, где холодность и переувлажнение почв взаимообуславливают и дополняют друг друга.

Экологические группы почвенных организмов. В почве обитают многочисленные и весьма разнообразные в экологическом отношении группы организмов – микроорганизмы, животные, растения, причем все они находятся в постоянном взаимодействии друг с другом и со средой обитания. Данные взаимоотношения сложны и многообразны. Благодаря им, а также в результате коренных изменений физических, химических и биохимических свойств горной породы, в природе постоянно идут почвообразовательные процессы.

Считается, что в среднем почва содержит 2–3 кг/м² живых растений и животных, или 20–30 т/га.

Несмотря на неоднородность экологических условий в почве, она выступает как достаточно стабильная среда, особенно для подвижных организмов. Значительный градиент температур и влажности в почве позволяет почвенным животным путем незначительных перемещений обеспечить себе подходящую экологическую обстановку.

По степени связи с почвой как средой обитания животных объединяют в три основные экологические группы: геобионты, геофилы и геоксены.

Геобионты – животные, постоянно обитающие в почве. Весь цикл их развития протекает в почвенной среде.

Геофилы – животные, часть цикла развития которых (чаще одна из фаз) обязательно проходит в почве. К этой группе принадлежит большинство насекомых.

Геоксены – животные, иногда посещающие почву для временного укрытия или убежища.

Вместе с тем приведенная классификация не отражает роли животных в почвообразовательных процессах, так как в каждой группе есть подвижные организмы, активно передвигающиеся и питающиеся в почве, и пассивные, пребывающие в почве в период отдельных фаз развития (личинки, куколки или яйца насекомых).

Почвенных обитателей в зависимости от их размеров и степени подвижности можно разделить на несколько групп.

Микробиота – это почвенные микроорганизмы, составляющие основное звено детритной пищевой цепи, которые представляют собой как бы промежуточное звено между растительными остатками и почвенными животными. Сюда относятся прежде всего цианобактерии, грибы и простейшие. Они живут в почвенных порах, заполненных гравитационной или капиллярной водой, причем часть жизни могут находиться в адсорбированном состоянии на поверхности частиц в тонких прослойках пленочной влаги. Многие из них обитают и в обычных водоемах. Вместе с тем почвенные формы обычно мельче пресноводных и отличаются способностью значительное время находиться в инцистированном состоянии, переживая неблагоприятные периоды.

Мезобиота – это совокупность сравнительно мелких, легко извлекающихся из почвы подвижных животных. Сюда относятся почвенные нематоды, мелкие личинки насекомых, клещи, ногохвостки и др. Эта группа весьма многочисленна – от десятков и сотен тысяч до миллионов особей в 1 м³ почвы. Они питаются в основном детритом и бактериями. Для данной группы животных почва представляется как система мелких пещер. У них нет специальных приспособлений к рытью. Они ползают по стенкам почвенных полостей с помощью конечностей или червеобразно извиваясь. Насыщенный водяными парами почвенный воздух позволяет им дышать через покровы тела. Нередко животные этой группы не имеют трахейной системы и весьма чувствительны к высыханию. Средством спасения от колебаний влажности воздуха для них является передвижение вглубь. Более крупные животные имеют некоторые приспособления, которые позволяют переносить в течение некоторого времени снижение влажности почвенного воздуха: защитные чешуйки на теле, частичная непроницаемость покровов и др.

Периоды затопления почвы водой животные переживают, как правило, в пузырьках воздуха. Воздух задерживается вокруг их тела из-за несмачиваемости покровов, снабженных у большинства из них волосками, чешуйками и т. д. Пузырек воздуха играет для животного своеобразную роль «физической жабры». Дыхание осуществляется за счет кислорода, диффундирующего в воздушную прослойку из окружающей среды.

Животные микро- и мезобиоты способны переносить зимнее промерзание почвы, что является особенно важным, так как большинство из них не могут уходить вниз из слоев, подвергающихся воздействию отрицательных температур.

Макробиота – это крупные почвенные животные с размерами тела от 2 до 20 мм. К данной группе относятся личинки насекомых, многоножки, энхитреиды, дождевые черви и др. Почва для них является плотной средой, оказывающей значительное механическое сопротивление при движении. Они передвигаются в почве, расширяя естественные скважины путем раздвижения почвенных частиц, роя новые ходы. Оба способа передвижения накладывают отпечаток на внешнее строение животных. У многих видов развиты приспособления к экологически более выгодному типу передвижения в почве – рытью с закупориванием

за собой хода. Газообмен большинства видов данной группы осуществляется с помощью специализированных органов дыхания, но наряду с этим дополняется газообменом через покровы. У дождевых червей и энхитреид отмечается исключительно кожное дыхание.

Роющие животные могут уходить из слоев, где возникает неблагоприятная обстановка. К зиме и в засуху они концентрируются в более глубоких слоях, большей частью в нескольких десятках сантиметров от поверхности.

Мегабиота – это крупные землерои, главным образом из числа млекопитающих. Многие из них проводят в почве всю жизнь, другие – какое-то определенное время. Все они прокладывают в почве целые системы ходов и нор. Приспособленность к роющему подземному образу жизни находит отражение во внешнем облике и анатомических особенностях этих животных: недоразвитые глаза, компактное вальковатое тело с короткой шеей, короткий густой мех, сильные компактные конечности с крепкими когтями.

Помимо постоянных обитателей почвы в отдельную экологическую группу нередко выделяют *обитателей нор*. К данной группе животных относятся барсуки, сурки, суслики, тушканчики и др. Они кормятся на поверхности, однако размножаются, зимуют, отдыхают, спасаются от опасности в почве. Ряд других животных используют их норы, находя в них благоприятный микроклимат и укрытие от врагов. Обитатели нор, или норники, имеют черты строения, характерные для наземных животных, но в то же время обладают приспособлениями, которые указывают на роющий образ жизни: длинные когти, сильная мускулатура на передних конечностях, узкая голова, небольшие ушные раковины.

К особой группе относят животных, заселяющих сыпучие подвижные пески, – *псаммофилов*. Они имеют специфические приспособления, которые обеспечивают возможность передвижения в рыхлом грунте.

Животных, приспособившихся к жизни на засоленных почвах, называют *галофилами*. Обычно в засоленных почвах фауна в количественном и качественном отношении сильно обедняется.

Таким образом, почва имеет огромное значение в жизни живых существ на нашей планете. Именно почва явилась той промежуточной средой, которая обеспечила выход жизненных форм из водной среды на сушу и их адаптацию к новым условиям существования.

Связанные единой эволюцией разнообразные почвы характеризуются *типом почвы*. Наиболее важными являются тундровые почвы; подзолистые почвы; черноземы; каштановые почвы; сероземы; красноземы и желтоземы; засоленные почвы; болотные почвы.

Размещение типов почв на поверхности суши определяется сложным взаимодействием ряда факторов, важнейшими из которых являются климат, рельеф, характер растительности и животный мир. Распределение типов почв подчиняется законам *горизонтальной широтной зональности и вертикальной почвенной поясности*.

С севера на юг почвенные широтные зоны сменяются почвенными поясами в следующей последовательности: полярный пояс, бореальный (в пределах лесной зоны), суббореальный (с преобладанием черноземов, каштановых почв и сероземов), субтропический, сложенный красновато-бурыми и красно-желтыми почвами тропических лесов.

Наряду с зональными типами почвы на равнинах обычно встречаются отдельными участками особые типы интразональных почв, образованных как под влиянием общезональных факторов почвообразования, так и при участии специфических, например при постоянном и избыточном увлажнении – болотные почвы, при поступлении галогенов из коренных пород или с поверхностным стоком – засоленные почвы и т. д.

Учет горизонтальной широтной зональности и вертикальной почвенной поясности, климатических, ландшафтных особенностей территории позволяет более эффективно и рационально планировать рекреационную деятельность, прогнозировать состояние и развитие рекреационных зон, систем и территорий.

1.3.2. Плодородие почв

Основным свойством почв, используемым человеком, является их плодородие. Выделяют три основных категории (классификации) плодородия почвы:

♦ *естественное*, или *природное*, которое определяется свойствами природных почв, формирующимися в процессе их развития и эволюции под влиянием природных факторов почвообразования;

♦ *искусственное*, или *эффективное*, создаваемое трудом человека, зависящее от уровня развития науки и техники, создающее условия наиболее полного использования природного плодородия или его качественного изменения;

♦ *экономическое*, связанное с вещественной оценкой участков почвы в зависимости от их расположения, удаленности, природного плодородия, удобствами и экономической целесообразностью использования.

На практике в понимании почвенного плодородия принято использовать нижеследующие понятия.

Естественное (природное) плодородие – плодородие естественных почв без вмешательства человека по его улучшению.

Искусственное плодородие – плодородие, создаваемое в результате целенаправленного воздействия человеческой деятельности (распашка, механическая обработка, все мероприятия интенсификации сельскохозяйственного производства).

Потенциальное плодородие – суммарное плодородие почвы, определяемое ее свойствами, как приобретенное в процессе естественного почвообразования, так и созданное и (или) измененное человеком.

Относительное плодородие – плодородие почвы относительно какой-либо группы или вида растений, почвенной биоты.

Эффективное плодородие – часть потенциального плодородия, которая реализуется в виде урожая, при данных климатических (погодных) и технико-экономических (агротехнологических) условиях.

Урожай – полезная продукция, получаемая в результате культивирования сельскохозяйственных растений или использования дикорастущих видов (Реймерс, 1990). В агроландшафтах урожай составляет большую часть первичной продукции экосистемы.

Воспроизводство плодородия – совокупность природных почвенных процессов или система целенаправленных мелиоративных и агротехнических воздействий для поддержания эффективного почвенного плодородия на уровне, приближающемся к потенциальному плодородию. Почвенное плодородие определяется физико-химическими и биологическими качествами соответствующих почв. Наряду с этим существуют и лимитирующие факторы плодородия, приведенные в табл. 1.3.

Данные лимитирующие факторы почвенного плодородия относятся прежде всего к искусственному плодородию, однако в связи со значительным прессингом современной цивилизации становятся основополагающими для биосферы за счет существенного расширения агроценозов (агроэкосистем).

Таблица 1.3. Лимитирующие факторы и основные мелиоративные приемы их ликвидации или минимизации (Ковда, Розанов, 1988)

Фактор	Мелиоративные приемы
Избыточная кислотность	Известкование
Избыточная щелочность	Гипсование, кислотование, внесение физиологически кислых удобрений
Избыток солей	Промывка на фоне дренажа сбросных и почвенно-грунтовых вод
Высокая глинистость	Пескование, оструктурирование, глубокое рыхление
Высокая плотность	Оструктурирование, рыхление, травосеяние
Недостаток теплоты	Тепловые мелиорации: мульчирование поверхности, снегонакопление, лесополосы, пленочные укрытия
Недостаток воды	Орошение, агротехнологические приемы накопления воды в почве (например, чистый пар) и защиты от испарения
Недостаток минерального питания	Внесение минеральных и органических удобрений
Избыток воды – заболоченность	Осушительный дренаж
Недостаток аэрации	Дренаж, оструктурирование, щелевание
Пестрота микрорельефа	Планировка поверхности
Большой уклон поверхности	Террасирование, полосно-контурная обработка, перемежение культур
Малый корнеобитаемый слой, ограниченный внутрипочвенными прослоями	Постепенное углубление с применением плантажа, глубокого рыхления, взрывных мелиораций
Резко дифференцированный на горизонты профиль	Постепенное углубление корнеобитаемого слоя, ликвидация дифференциации глубокой обработкой
Токсикоз химический	Химическая и агротехнологические мелиорации
Токсикоз биологический	Агротехнологические и биологические мелиорации, севооборот, парование

Агроэкосистема (агроценоз) – созданное с целью получения сельскохозяйственной продукции и регулярно поддерживаемое человеком биологическое сообщество, обладающее малой экологической надежностью, но высокой урожайностью (продуктивностью) одного или нескольких аборигенных видов (сортов, пород) растений или животных. Агроэкосистемы, как и естественные экосистемы, состоят из множества взаимосвязанных биологических, физических и химических компонентов.

Процессами производства пищевых ресурсов на основе использования почвенно-климатического потенциала (первичной продукции агросистемы) в настоящее время охвачены

огромные площади планеты, представленные разномасштабными (от парцелл до крупных возделываемых массивов) агроэкосистемами. В настоящее время отсутствует общепринятая классификация этих объектов в связи со значительным их разнообразием по размерам, целевому назначению, используемым технологическим системам т. д.

Отсутствие общепринятой классификации агроэкосистем в известной мере восполняется типизацией *структур землепользования*, применяемой ФАО. Согласно этой типизации выделено пять видов землепользования, по каждому из которых классифицированы агроэкосистемы.

1. *Земледельческое, или полевое, землепользование* – богарные, орошаемые агроэкосистемы (ротации зерновых, бобовых, кормовых, овощных, бахчевых, технических и лекарственных культур).

2. *Плантационно-садовое землепользование* – плантационные агроэкосистемы (чайный куст, дерево какао, кофейное дерево, сахарный тростник), садовые агроэкосистемы (плодовые сады, ягодники, виноградники).

3. *Пастбищное землепользование* – пастбищные агроэкосистемы (отгонные пастбища: тундровые, пустынные, горные; лесные пастбища; улучшенные пастбища; сенокосы; окультуренные луга).

4. *Смешанное землепользование* – смешанные агроэкосистемы, характеризующиеся равнозначным соотношением и сочетанием нескольких видов землепользования, а также процессов получения как первичной, так и вторичной биологической продукции.

5. *Землепользование в целях производства вторичной биологической продукции* – агропромышленные экосистемы (территории интенсивного «индустриализированного» производства молока, мяса, яиц и другой продукции на основе преобладающих процессов снабжения системы веществом и энергией извне).

Выделяют следующие единицы в биосфере по отношению к сельскохозяйственной деятельности человека.

Агросфера – глобальная система, объединяющая всю территорию Земли, преобразованную сельскохозяйственной деятельностью человека.

Агроценозы – биоценозы на землях сельскохозяйственного пользования, созданные с целью получения сельскохозяйственной продукции, регулярно поддерживаемые человеком биотические сообщества, обладающие малой экологической надежностью, но высокой продуктивностью (урожайностью) одного или нескольких избранных видов (сортов, пород) растений или животных.

Аграрный ландшафт – экосистема, сформировавшаяся в результате сельскохозяйственного преобразования ландшафта (степного, таежного и т. д.).

В настоящее время условно выделяют агроэкосистемы доиндустриального периода и агроэкосистемы индустриального периода.

Агроэкосистемы доиндустриального периода, эксплуатируемые до начала XX в., были еще достаточно разнообразны. Ограниченные районы многоотраслевого оседлого хозяйства перемежались значительными пространствами целинных земель; сохранялись реликтовые лесные массивы; пояс тропических лесов был практически не затронут хозяйственной деятельностью человека; их территория характеризовалась незначительным изменением мест обитания традиционных видов животных и растений. Эти агроэкосистемы включали в себя свои первичные производители (дикорастущие растения), которыми человек питался непосредственно или косвенно через дичь, домашних животных, и базировались на них.

Первичные производители агроэкосистем – автотрофы – обеспечивали человека растительным волокном, лесоматериалами, пищевыми компонентами. Человек являлся основным консументом этой экосистемы, в которой естественно существовало значительное число диких и домашних животных, обладающих большой суммарной биомассой. Вся потребляе-

мая человеком продукция трансформировалась в отходы (отбросы), практически полностью разрушаемые и перерабатываемые редуцентами или деструкторами до простых веществ (нитраты, фосфаты, другие минеральные соединения), которые вновь использовались автотрофами в процессе фотосинтеза (рис. 1.4). Самоочищение земель и вод в этих системах осуществлялось полностью за счет естественных механизмов, и круговорот веществ в экосистеме практически не нарушался. Приток солнечной энергии, получаемой человеком в виде химической энергии в процессе обмена веществ при питании (около 4000 ккал/сут на одного человека), равнялся примерно такому же количеству энергии, которую человек использовал в виде тепловой (сжигание дров) и механической (тяговая сила) энергии.

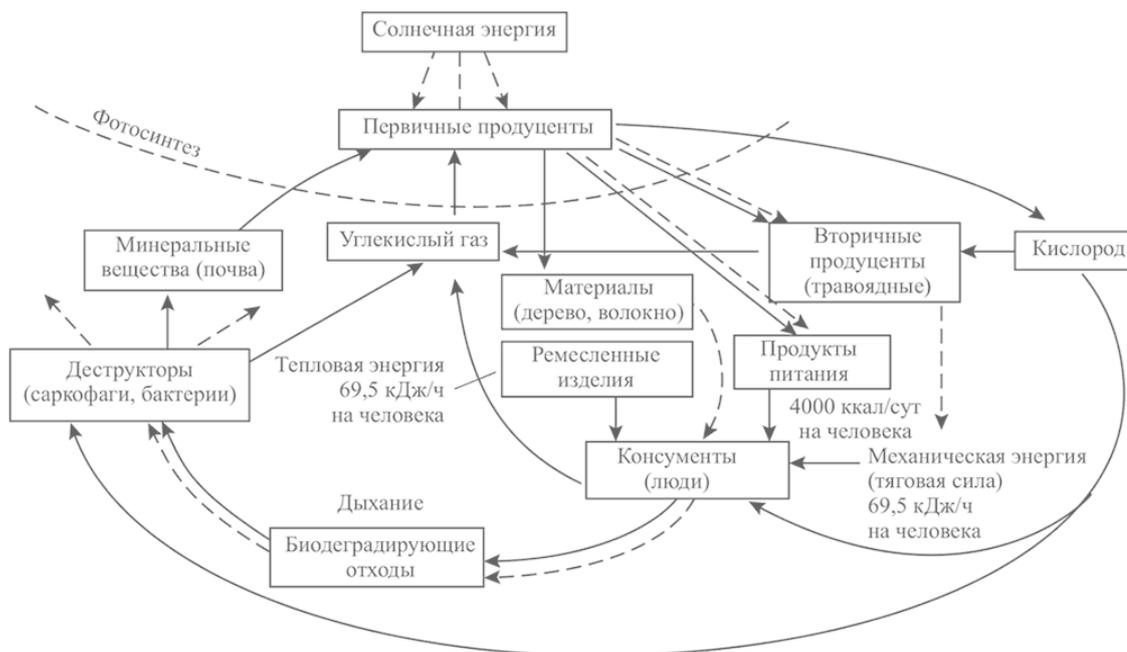


Рис. 1.4. Поток энергии и круговорот вещества в аграрной цивилизации (Рамад, 1981)

До XIX в. в процессе аграрной цивилизации использовалась энергия, которая была накоплена в течение одного вегетационного периода первичными консументами, а также аккумулированная в течение многих лет деревьями. Общее количество используемой одним человеком энергии (около 92 100 кДж/сут) лишь вдвое превышало энергопотребление человеком неолита (около 46 000 кДж/сут).

Таким образом, при становлении доиндустриальной аграрной цивилизации экосистема имела высокий уровень гомеостаза. Несмотря на антропогенное изменение или замещение экосистем, деятельность человека вписывалась в биогеохимический круговорот и незначительно изменяла приток энергии в биосферу.

Необратимые глобальные изменения биосферы Земли под влиянием сельскохозяйственного производства резко усилились в XX в. В связи со значительным ростом населения и сокращением площадей высокоурожайных земель в 70–90-е гг. XX в. началось повсеместное внедрение интенсивных технологий (монокультуры; высокопродуктивные, но незащищенные сорта, полученные путем гибридизации; агрохимикаты; травмирующие приемы вспашки и т. д.), что сопровождалось водной и ветровой эрозией, вторичным засолением, почвоутомлением, деградацией почв, обеднением эдафона и мезофауны, уменьшением лесистости, увеличением распаханности и т. д.

Агроэкосистемы индустриального периода имеют ряд отличий от естественных экосистем и агроэкосистем доиндустриального периода:

- ◆ вторичные, искусственно созданные человеком, структурные единицы биосферы;
- ◆ ведущим является не естественный отбор, а искусственный;
- ◆ видовой состав гораздо менее разнообразен по сравнению с природными биоценозами. Смена видового состава в агроценозах происходит не естественным путем, а по воле человека;

- ◆ значительная доля основных биогенов выносятся из системы с урожаем и естественный круговорот веществ не осуществляется. Часть вещества в агроценозах безвозвратно изымается из экосистемы. При высоких нормах внесения удобрений для отдельных элементов может наблюдаться явление, когда величина входа элементов питания в растения из почвы оказывается меньше величины поступления элементов питания в почву из разлагающихся растительных остатков и удобрений. С хозяйственно полезной продукцией в агроценозах отчуждается 50–60 % органического вещества от его количества, аккумулированного в продукции;

- ◆ человек вносит в агроэкосистемы дополнительную энергию в виде удобрений, дополнительного освещения, средств защиты растений и т. д.;

- ◆ агроэкосистемы требуют постоянного ухода со стороны человека и только в этом случае могут быть высокопродуктивными. Саморегуляция в них отсутствует, и без поддержки человека они быстро разрушаются. Для достижения своей цели человек в агроценозе вынужденно изменяет или контролирует (в какой-то мере) влияние природных факторов; дает преимущества в росте и развитии организмам, которые продуцируют пищу. Основная задача создания и эксплуатации агроэкосистемы – найти условия повышения урожайности при минимизации энергетических и вещественных затрат, повышения почвенного плодородия;

- ◆ в агроэкосистемах человеком применяются различные химические вещества, не свойственные глобальному биотическому круговороту, которые неизбежно встраиваются в него и прямо или косвенно влияют на устойчивость природных экосистем.

В агроэкосистемах складываются весьма специфические взаимоотношения между организмами, их формирующими.

Основными элементами агробиоценоза в аграрных экосистемах являются культурные растения, высеянные или высаженные человеком; сорные растения, которые проникли в агробиоценоз помимо, а иногда и вопреки воле человека; микроорганизмы ризосфер культурных и сорных растений; клубеньковые бактерии на корнях бобовых, связывающие свободный азот воздуха; микоризообразующие грибы на корнях высших растений; бактерии, грибы, актиномицеты, водоросли, свободно живущие в почве; беспозвоночные животные, живущие в почве и на растениях; позвоночные животные (грызуны, птицы и др.), живущие в почве и посевах; грибы, бактерии, вирусы – паразиты (полупаразиты) культурных и сорных растений; бактериофаги – паразиты микроорганизмов.

Размер популяций отдельных входящих в агробиоценоз видов колеблется из-за постоянных изменений абиотических и биотических факторов.

Посевы культурных растений в агрофитоценозе являются единственным источником питания для травоядных животных и насекомых-фитофагов. В благоприятные для роста растений периоды популяции продуцентов могут резко и быстро увеличиваться. Обычно большой ущерб наносит сельскохозяйственным культурам массовое размножение травоядных животных и насекомых-фитофагов. Естественное регулирование их численности и доведение их популяций до экономически безвредного порога путем использования их естественных врагов-хищников сложно и не всегда дает хорошие результаты. Отсюда в сельскохозяйственной практике искусственное вмешательство в регулирование численности фитофагов осуществляется за счет использования различных искусственных средств защиты, которые являются остротоксичными веществами.

Анализ основных трофических цепей в агроэкосистеме обычно показывает, что биофаги (фитофаги, хищники, паразиты) активно влияют на собственную численность путем частичного использования или разрушения предшествующего звена трофической цепи, которое служит им источником энергии. Биофаги путем преобразования поглощенных веществ создают специфические источники энергии для последующих звеньев: ткани собственного тела – для биофагов, экскременты – для капрофагов, трупы – для некрофагов. Таким образом, биофаги (сапрофаги) пассивно определяют энергетический обмен у сменяющих их консументов.

Некоторые процессы в агроэкосистемах происходят не так, как в природных системах. Например, скорость инфильтрации воды в природных экосистемах выше, что существенно снижает и поверхностный сток, и вероятность развития эрозии почвы. В естественных условиях эрозию сдерживает также растительный покров, сохраняющийся в течение всего года.

Потери влаги в природной экосистеме обычно выше. Вследствие больших потерь влаги по почвенному профилю перемещается меньший объем воды, что снижает вымывание и поступление в грунтовые воды питательных веществ.

В природных экосистемах в больших количествах содержатся органические коллоиды, которые обеспечивают ионообменную и водоудерживающую способность почвы. Потери почвой коллоидов в агроэкосистемах вызваны окислением и разрушением органического вещества, что происходит в результате длительной обработки почвы, а также при орошении. Параллельно окислению органического вещества происходит и интенсивная минерализация, что ведет к значительным потерям его подвижной части. В агроэкосистемах процессы окисления и минерализации усиливаются вследствие снижения густоты растительного покрова и повышения температуры почвы.

В природных экосистемах способность растений поглощать элементы питания выше, чем скорость образования доступных их форм в почве. Растения природных экосистем имеют более разнообразную корневую систему, что позволяет полнее использовать почвенный профиль. Интенсивная агротехника, при которой уменьшается разнообразие возделываемых культур, не только снижает эффективность использования влаги, но и увеличивает угрозу потери питательных веществ при вымывании их за пределы корнеобитаемого слоя почвы.

Естественные экосистемы выполняют три основные жизнеобеспечивающие функции: место, средство, условия жизни. Агроэкосистемы в отличие от них формируются для получения максимально возможного количества продукции, служащей первоисточником пищевых, кормовых, лекарственных и сырьевых ресурсов, т. е. функции агроэкосистем в основном ограничиваются предоставлением средств жизни. В этом главная причина преобладания ресурсоемкого и природоразрушающего типов агроэкосистем.

Существующие агроэкосистемы достигли максимума возможного развития. Дальнейшее усиление интенсификационных мероприятий без увеличения площадей не может принести того эффекта, на который рассчитывают, и оправдать внешние энергетические затраты. Выход конечной продукции – пищи – не соответствует масштабам затрат.

Дальнейшим приоритетом развития сельскохозяйственного производства должны стать природосообразные агроэкосистемы. Добиться этого можно лишь при выполнении агроэкосистемами в полной мере *функций воспроизводства и сохранения условий жизни*.

Формирование агроэкосистем (их реконструкция) должно отвечать главному требованию устойчивого развития: они обязаны и вынуждены стать природоохранными и природосберегающими.

Эффективное плодородие пахотных почв оценивается с разных сторон. При проведении земельного кадастра дают оценку земель по их продуктивности, о которой судят по урожайности.

Если рассматривать *окультуренность почвы* как степень соответствия свойств требованиям к ним культурных и дикорастущих растений, то принято считать, что параметры свойств почвы разной степени окультуренности одновременно являются мерой плодородия почвы на данной стадии развития науки и техники.

Для целей рекреации обычно отводят малопродуктивные земли, земли лесного и водного фондов, нарушенные и рекультивированные. Использование в рекреационной деятельности этих видов земель позволяет повысить экономическую эффективность хозяйственной деятельности на непродуктивных территориях, провести их окультуривание и в какой-то мере увеличить их естественное плодородие.

1.4. Земельные ресурсы и почвы Беларуси

Земельный фонд Беларуси включает все земельные ресурсы ее территории. Его учет осуществляется по целевому назначению, хозяйственному использованию, качественному состоянию и административно-территориальному делению.

В соответствии с Кодексом Республики Беларусь о земле земли страны делятся на следующие категории: земли сельскохозяйственного назначения; земли населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов; земли промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения; земли природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения; земли лесного фонда; земли водного фонда; земли запаса.

К землям *сельскохозяйственного назначения* относятся земельные участки, включающие в себя сельскохозяйственные и иные земли, предоставленные для ведения сельского хозяйства.

К землям *населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов* относятся земли, земельные участки, расположенные в границах городов, поселков городского типа, сельских населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных кооперативов, за исключением земель, отнесенных к иным категориям в этих границах.

К землям *промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения* относятся земельные участки, предоставленные для размещения объектов промышленности, транспорта, связи, энергетики, размещения и постоянной дислокации государственных таможенных органов, воинских частей, военных учебных заведений и организаций Вооруженных Сил Республики Беларусь, других войск и воинских формирований Республики Беларусь, иных объектов.

К землям *природоохранного назначения* относятся земельные участки, предоставленные для размещения заповедников, национальных парков и заказников.

К землям *оздоровительного назначения* относятся предоставленные земельные участки для размещения объектов санаторно-курортного лечения и оздоровления и иные земельные участки, обладающие природными лечебными факторами.

К землям *рекреационного назначения* относятся земельные участки для размещения объектов, предназначенных для организованного массового отдыха населения и туризма.

К землям *историко-культурного назначения* относятся земельные участки, предоставленные для размещения недвижимых материальных историко-культурных ценностей и археологических объектов.

К землям *лесного фонда* относятся лесные земли, а также нелесные земли, расположенные в границах лесного фонда, предоставленные для ведения лесного хозяйства.

К землям *водного фонда* относятся земли, занятые водными объектами, а также земельные участки, предоставленные для ведения водного хозяйства, в том числе для размещения водохозяйственных сооружений и устройств.

К землям *запаса* относятся земли, земельные участки, не отнесенные к иным категориям и не предоставленные землепользователям. Земли запаса находятся в ведении соответствующего исполнительного комитета, рассматриваются как резерв и могут использоваться после перевода их в иные категории земель.

Независимо от деления земель на категории земли Республики Беларусь подразделяются на следующие виды:

◆ пахотные земли – сельскохозяйственные земли, систематически обрабатываемые (перепахиваемые) и используемые под посевы сельскохозяйственных культур, включая посевы многолетних трав со сроком пользования, предусмотренным схемой севооборота, а

также выводные поля, участки закрытого грунта (парники, теплицы и оранжереи) и чистые пары;

- ◆ залежные земли – сельскохозяйственные земли, которые ранее использовались как пахотные и более одного года после уборки урожая не используются для посева сельскохозяйственных культур и не подготовлены под пар;

- ◆ земли под постоянными культурами – сельскохозяйственные земли, занятые искусственно созданной древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями) или насаждениями травянистых многолетних растений, предназначенными для получения урожая плодов, продовольственного, технического и лекарственного растительного сырья, а также для озеленения;

- ◆ луговые земли – сельскохозяйственные земли, используемые преимущественно для возделывания луговых многолетних трав, земли, на которых создан искусственный травостой или проведены мероприятия по улучшению естественного травостоя (улучшенные луговые земли), а также земли, покрытые естественными луговыми травостоями (естественные луговые земли);

- ◆ лесные земли – земли лесного фонда, покрытые лесом, а также не покрытые лесом, но предназначенные для его восстановления (вырубки, гари, редины, пустыри, прогалины, погибшие древостои, площади, занятые питомниками, плантациями и несомкнувшимися лесными культурами, и др.), предоставленные для ведения лесного хозяйства;

- ◆ земли под древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями) – земли, покрытые древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями), не входящей в лесной фонд;

- ◆ земли под болотами – избыточно увлажненные земли, покрытые слоем торфа;

- ◆ земли под водными объектами – земли, занятые сосредоточением природных вод на поверхности суши (реками, ручьями, родниками, озерами, водохранилищами, прудами, прудами-копанями, каналами и иными поверхностными водными объектами);

- ◆ земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями – земли, занятые дорогами, просеками, прогонами, линейными сооружениями;

- ◆ земли общего пользования – земли, занятые улицами, проспектами, площадями, проездами, набережными, бульварами, скверами, парками и другими общественными местами;

- ◆ земли под застройкой – земли, занятые капитальными строениями (зданиями, сооружениями), а также земли, прилегающие к этим объектам и используемые для их обслуживания;

- ◆ нарушенные земли – земли, утратившие свои природно-исторические признаки, состояние и характер использования в результате вредного антропогенного воздействия и находящиеся в состоянии, исключающем их эффективное использование по исходному целевому назначению;

- ◆ неиспользуемые земли – земли, не используемые в хозяйственной и иной деятельности;

- ◆ иные земли – земли, не отнесенные к вышеперечисленным видам земель.

Согласно данным ежегодного Реестра земельных ресурсов Республики Беларусь по состоянию на 1 января 2015 г. общая площадь земельного фонда составила 20760,0 тыс. га, в том числе пахотных – 5662,1; сельскохозяйственных – 8632,3 тыс. га, лесных – 8652,6; под древесно-кустарниковой растительностью – 770,3; под болотами – 846,7; под водными объектами – 462,7; под дорогами и иными транспортными коммуникациями – 367,5; под улицами и иными местами общего пользования – 150,3; под застройкой – 350,6; нарушенных – 29,7; неиспользуемых – 411,2; иных – 89,8; осушенных – 3410,4; орошаемых – 29,7; загрязненных радионуклидами и выведенных из сельскохозяйственного оборота – 246,7; предоставленных под служебные наделы – 5,0 тыс. га.

Общая площадь земель организаций природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения составляет 2056,3 тыс. га (Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь, 2015).

В табл. 1.4 приведены данные по изменению площадей различных видов земель на территории Беларуси.

Таблица 1.4. Площади различных видов земель Беларуси, тыс. га

Вид земель	Площадь земель на 1.01.2014 г.*	Площадь земель на 1.01.2016 г.**
1	2	3
Сельскохозяйственные земли	8726,4	8581,9
Лесные земли и земли под древесно-кустарниковой растительностью	9295,1	8510,4
Земли под болотами	859,2	823,5
Земли под водными объектами	469,2	462,2
Земли под дорогами и другими транспортными путями	396,0	383,2

1	2	3
Земли под застройкой	353,8	375,5
Земли под улицами и иными местами общего пользования	150,4	150,3
Нарушенные, неиспользуемые и иные земли	509,9	632,5
Земли, загрязненные радионуклидами и выведенные из сельскохозяйственного оборота	246,2	246,7

* Экологический бюллетень, 2014.

* Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь.

Из табл. 1.4 видно, что в настоящее время сохраняется наметившаяся ранее тенденция к сокращению сельскохозяйственных земель за счет увеличения лесных и лесопокрываемых территорий. Данные изменения обусловлены оптимизацией структуры землепользования и выводом из сельскохозяйственного оборота малопродуктивных, мелкоконтурных или заболоченных сельхозугодий, передача их в другие виды землепользования. Также видно, что на структуру земельного фонда Беларуси продолжают оказывать определенное влияние последствия катастрофы на Чернобыльской атомной электрической станции (ЧАЭС), так как и в 2015 г. 0,5 тыс. га земель были выведены из сельскохозяйственного оборота в связи с загрязнением радионуклидами.

В структуре земельного фонда страны имеются весьма специфические земли, возникшие после проведения мелиоративных работ.

Мелиорация – коренное улучшение земель в результате осуществления комплекса физических, химических и технологических приемов.

Доля осушенных земель в общей площади земельного фонда составляла на 1.01.2015 г. 3410,4 тыс. га, тогда как на 1.01.2014 г. их было 3406,5 тыс. га, из них 85,5 % – это сельскохозяйственные земли, 10,6 % – лесные и лесопокрытые земли, 3,9 % приходится на остальные земли.

На территории Беларуси развиваются четыре основных процесса почвообразования, влияющие на строение и свойства почв: подзолистый, дерновый, болотный и солончаковый.

Протекание этих процессов в историческом времени определило наличие характерных для страны почв: дерново-карбонатных лесных; бурых лесных; аллювиальных (пойменных) дерновых; дерново-заболоченных; подзолистых; дерново-подзолистых заболоченных; болотно-подзолистых; дерновых заболоченных; торфяно-болотных низинного типа; торфяно-болотных верхового типа; аллювиальных (старопойменных); антропогенных. Площади и характер распространения выделенных типов почв на территории страны неодинаковы. Наиболее широко распространены дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные почвы, составляющие около 68 % всех почв.

Дерново-карбонатные почвы. Встречаются в виде мелких пятен и островов среди дерново-подзолистых почв преимущественно в Гомельской и Брестской областях, а также небольшими ограниченными участками в Витебской, Могилевской и Минской областях на останках известняков, мела, доломита и других известковых пород.

Формируются под влиянием дернового процесса почвообразования, протекающего на карбонатных почвообразующих породах в автоморфных условиях при промывном типе водного режима. В почвообразующих породах высоко содержание кальция, поэтому, несмотря на промывной тип водного режима, выщелачивание карбонатов из гумусового (плодородного) горизонта незначительно. Ряд процессов способствует накоплению гумуса, насыщенного кальцием. Содержание гумуса довольно высокое – 4–6 %, почвы имеют преимущественно щелочную реакцию.

Эти почвы обладают высоким плодородием, пригодны для выращивания наиболее требовательных к почвенным условиям культур и являются самыми ценными в структуре земель сельскохозяйственного использования, что, в свою очередь, не позволяет использовать их как рекреационный ресурс.

Бурые лесные почвы. Встречаются преимущественно в центральной и западной частях страны в виде пятен среди дерново-палево-подзолистых почв, занимая относительно повышенные хорошо дренированные участки, сложенные преимущественно рыхлыми почвообразующими породами богатого минерального состава. Используются как пахотные и сенокосные земли. Особую ценность имеют в лесном хозяйстве, так как именно на этих почвах возможно сохранение и выращивание дубовых, буковых, грабовых и других требовательных к почвенно-климатическим условиям пород. Возможно ограниченное использование в качестве рекреационных ресурсов в рекреационной деятельности.

Подзолистые почвы. В чистом виде формируются исключительно в хвойных лесных насаждениях на протяжении сравнительно короткого периода их роста при сомкнутой кроне. На почвенной карте отмечены в местах расположения таких лесных насаждений без выхода за их пределы. Содержат мало гумуса (1,0–1,5 %), обладают кислой реакцией среды, бесструктурны, физические свойства неблагоприятны. При вовлечении в сельскохозяйственный оборот требуют использования специальных агротехнических приемов: известкования, внесения значительных количеств органических удобрений, посева многолетних трав и т. д. Без этих приемов обладают низким плодородием и быстро разрушаются. Использование в качестве рекреационного ресурса возможно при сохранении хвойных лесов и лесных насаждений, т. е. достаточно ограничено.

Дерново-подзолистые почвы. Встречаются практически на всей территории страны. Развиваются при сочетании дернового и подзолистого процессов почвообразования под травянистыми (широколиственными) и мохово-травянистыми (смешанными) лесами в условиях промывного водного режима на бескарбонатных породах. Содержание гумуса небольшое (1,0–2,0 %), реакция среды кислая, физические свойства и естественное плодородие неплохие, но во многом зависят от подстилающих пород, на которых развиваются эти почвы. Они в большинстве своем в естественном состоянии бедны элементами минерального питания, повсеместно характерен недостаток микроэлементов и избыток марганца и алюминия. При использовании в сельскохозяйственных целях требуют известкования, внесения органических и минеральных удобрений, щадящей вспашки. Являются основными почвами для рекреационной деятельности.

Дерновые заболоченные почвы. Встречаются практически во всех районах Беларуси. Имеют хорошо выраженный и достаточно мощный гумусовый горизонт темного цвета с хорошей структурой и различной оглеенностью нижележащих горизонтов. Обладают наибольшим потенциальным плодородием среди переувлажненных почв страны, однако в силу ряда причин имеют незначительное эффективное плодородие. Находятся на периферии болотных массивов и поэтому в наименьшей степени страдают при проведении мелиоративных работ. В естественном состоянии обычно заняты сенокосами и пастбищами. В силу своей специфичности и значения в сельском хозяйстве имеют крайне ограниченное значение в рекреационной деятельности.

Торфяно-болотные почвы. Разные по типу и мощности эти почвы занимают порядка 2,9 млн га, или 14,2 % площади страны. Наибольшее их количество сосредоточено в Брестской, Минской и Гомельской областях. Эти почвы формируются в процессе болотного почвообразования, который проявляется в накоплении органического вещества в виде полуразложившихся растительных остатков (торфа) и оглеении минеральной составляющей почвы.

Различают торфяно-болотные почвы низинного и верхового типов. На территории страны преобладают торфяно-болотные почвы низинного типа, сосредоточенные в основном в пределах Полесской низменности.

В сельскохозяйственном использовании более ценны торфяно-болотные почвы низинного типа, торф которых обладает высокой зольностью, большим содержанием азота и более щелочной реакцией среды. После осушения эти почвы могут быть превращены в высокопродуктивные сельскохозяйственные угодья, однако поддержание их в таком состоянии является высокочрезвычайно затратным мероприятием. Опыт мелиорации в Беларуси уже достаточно ярко это продемонстрировал, что отмечалось выше.

Кроме того, наиболее важным фактором с экологической точки зрения является то, что болота играют особую роль в формировании и функционировании биосферы. Нарушение болотного почвообразовательного процесса, уменьшение площади болот и заболоченных территорий ведет к глубоким нарушениям в атмосфере, гидросфере, литосфере, биоте, что отрицательно сказывается на биосфере в целом. С этой точки зрения затраты на освоение торфяно-болотных почв обуславливают больший экономический ущерб окружающей среде, чем доходы от их использования. В силу этих факторов использование в рекреационной деятельности этих почв весьма ограничено.

Аллювиальные (старопойменные) почвы. Эти почвы развиваются в поймах рек под влиянием факторов почвообразования, присущих той или иной геоморфологической и климатической зоне, и особых условий, которые создаются в условиях поверхностного свежего аллювиального наноса после ежегодного подтопления. Характер наносов, а следовательно, и физико-химические свойства этих почв определяются скоростью течения реки, формой рельефа, строением поймы, составом геологических отложений и климатическими

особенностями территории. Эти почвы богаты органическими веществами, обладают высоким потенциальным и эффективным плодородием.

В силу особенностей рельефа на территории Беларуси реки текут медленно и образуют широкие извилистые долины с несколькими, как правило, тремя, террасами. Самая низкая, первая пойменная терраса чаще всего занята луговыми угодьями, вторая – лесом, третья – полевыми угодьями. Эти почвы могут использоваться в рекреационной деятельности при соблюдении всех правил охраны почв и водоохраных зон.

Антропогенные почвы. Это почвы в той или иной мере затронутые хозяйственной деятельностью и хозяйственными интересами человека. Эти факторы, с одной стороны, ведут к окультуриванию почв и сдвигу почвообразовательных процессов в сторону образования более плодородных, доступных в хозяйственном использовании почв, но, с другой стороны, могут оказывать негативное влияние на земельные и почвенные ресурсы, проявляющееся в деградации и загрязнении почв.

1.4.1. Деградация, истощение и загрязнение земель

Основными факторами деградации земель в стране являются ветровая и водная эрозия, радиоактивное и химическое загрязнение, снижение плодородия сельскохозяйственных земель, деградация мелиорированных торфяно-болотных почв в связи с их неустойчивым использованием.

Природные условия Беларуси (относительно большое количество осадков, расчлененный рельеф, а также распаханность территории) способствуют проявлению и развитию процессов деградации, которыми охвачено уже свыше одной трети сельскохозяйственных угодий.

Деградация земель – это процесс снижения качества земель в результате вредного антропогенного и (или) природного воздействия. Деградация и полное разрушение почвы могут происходить как в результате природных явлений (изменение климата, вулканическая деятельность, ливни, ураганы и т. д.), так и в результате хозяйственной деятельности человека. Одним из процессов деградации является эрозия почв.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, общая площадь сельскохозяйственных земель, подверженных деградации в результате эрозионных процессов, составляет около 556,5 тыс. га, или 6,3 % сельскохозяйственных земель страны, из них на долю пашни приходится 479,5 тыс. га, или 8,7 % всех пахотных земель.

Эрозия – это процесс разрушения горных пород и почв водными потоками и ветрами. Она может быть плоскостной (поверхностной), струйчатой (линейной) и овражной, а также в виде массовых оползней.

По данным крупномасштабных почвенных исследований эродированные и эрозионно опасные почвы на сельскохозяйственных землях страны занимают более 4 млн га.

Наиболее эрозионно опасными являются северная и центральная части страны, имеющие повышенный и более пересеченный рельеф, где распространены моренные и лёссовидные суглинки, а также связные супеси, подстилаемые моренными суглинками. В этой части страны развивается преимущественно водная эрозия.

Южная часть Беларуси характеризуется преобладанием почв более легкого гранулометрического состава с хорошей водопроницаемостью, что при равнинном рельефе создает опасность проявления ветровой эрозии.

Доля водной эрозии почв в республике составляет 84 %, ветровой – 16 %. Эродированные почвы находятся преимущественно на пахотных землях и составляют 86,2 %.

Эрозионные процессы приносят существенный экономический ущерб экономике страны. Многолетние исследования Института почвоведения и агрохимии Национальной

академии наук (НАН) Беларуси показали, что с каждого гектара склоновых земель ежегодно смывается до 15 т, а на открытых массивах осушенных торфяников и легких (песчаных) почв переносится ветром до 10 т верхнего плодородного слоя почвы. Ежегодные потери гумуса при этом достигают 180 кг/га, азота – 8–10, фосфора и калия – 5–6 кг/га.

Кроме того, в связи со смывом и выветриванием верхнего плодородного слоя почвы, постоянным ее перепахиванием деградируют и нижележащие почвенные горизонты, что приводит к резкому ухудшению водно-физических, физико-химических, биологических и агрохимических свойств. Производительная способность в разной степени эродированных почв на 15–50 % ниже, чем неэродированных. Недобор урожая сельскохозяйственных культур на них составляет: 12–40 % – зерновых, 20–60 – пропашных, 15–40 – льна, 5–30 % – многолетних трав.

Эрозия наносит большой вред и окружающей среде, так как в результате смыва и выветривания верхнего слоя почв происходит заиливание водных объектов республики, в них попадают удобрения, пестициды и другие средства химической защиты сельскохозяйственных растений.

В 1960–1980-е гг. на территории Беларуси были развернуты масштабные работы по регулированию водного режима заболоченных земель, целью которых являлось создание и поддержание оптимального воздушного, теплового и питательного режимов почв для их последующего сельскохозяйственного использования.

В 1966 г. в соответствии с постановлением ЦК КПБ и СМ БССР была разработана «Схема осушения и освоения Полесской низменности Беларуси и Украинской ССР», на основании которой только в 1982 г. были подготовлены «Методические рекомендации по оценке влияния мелиоративных систем на экологические комплексы мелиоративных и прилегающих территорий». Основой для подготовки данных рекомендаций явился прогнозный документ «Оценка осушительной мелиорации на изменение водного режима территории, природного ландшафта, флоры и фауны», выполненный АН БССР в 1972 г. В этом объемном научно-практическом документе были приведены и намечены конкретные практические мероприятия по снижению отрицательного воздействия на окружающую среду осушительной мелиорации, однако к моменту завершения оценочных работ наиболее значительные площади заболоченных земель Полесья и других регионов уже были осушены.

В результате такого антропогенного (техногенного) воздействия на значительную территорию наряду с социально-экономическим развитием произошли существенные изменения всего природного комплекса (Парфенов, 1985, 2007).

Академик В.И. Парфенов в своих работах отмечает: «...на протяжении более чем пятидесятилетнего периода интенсивного освоения Полесья эта особая физико-географическая область превратилась в своеобразный Полесский регион с аграрным и промышленным природопользованием. Аграрное природопользование неизбежно усилило расширяющееся антропогенное, преимущественно гидромелиоративное, воздействие на природные экосистемы, ландшафтное и биологическое разнообразие. При этом изменилось (и продолжает изменяться) соотношение естественных и сельскохозяйственных угодий». Им же показано, что «...гидротехническая мелиорация, затронувшая бассейны полесских рек на значительных площадях, нарушила исторически сложившееся развитие природных комплексов и вызвала отрицательные изменения в географическом ландшафте, водном режиме территорий, резко изменила климатические и почвенно-гидрологические условия, изменила ход естественно исторического развития, ландшафтного и биологического разнообразия» (Парфенов, 2009).

Мелиоративное преобразование больших территорий водно-болотных угодий, строительство польдерных систем в пойме Припяти и других районах Беларуси, привело не столько к повышению почвенного плодородия почв и увеличению площади земель сельско-

хозяйственного использования, сколько прежде всего к изменению их водного и теплового режимов, агрохимических показателей почвенной структуры за счет масштабного разрушения исторически сложившихся абиотических и биотических факторов среды, обеспечивающих устойчивость экосистем. Основной причиной этого явилось расточительная потеря органического вещества слоя мелиорированных торфяно-болотных почв, мощность которых под воздействием процессов минерализации ежегодно стремительно уменьшалась, что в конечном счете может привести к их полной деградации. Это уже наблюдается в Микашевичском, Пинском и некоторых других районах страны.

Кроме того, «...сработка торфяного слоя вызывает ряд процессов и отрицательных явлений на прилегающих мелиоративно-освоенных угодьях. Даже при неосвоении мелиоративных площадей в результате естественных нитрификационных процессов происходят значительные потери азота. В связи с нерациональным использованием осушенных земель в настоящее время наблюдается их существенное истощение и деградация» (Парфенов, 2008, 2009, 2010; Яцухно, 2003).

Далее, как отмечают эти авторы, «...по прошествии длительного периода времени, анализ итогов мелиоративного (осушительного) воздействия показал, что, несмотря на научные рекомендации и, в целом, достаточное научное сопровождение такого грандиозного проекта, как широкомасштабное осушение и освоение Припятского Полесья, произошли нежелательные явления». Это было связано прежде всего с несоблюдением разработанных научных рекомендаций по обеспечению экологической безопасности, минимизацией капитальных вложений на эти цели, требованиями ускорения темпов проведения мелиоративных работ и постоянного их наращивания.

Негативные явления усугубились нарушением оптимального соотношения на мелиорированных территориях между зерновыми, пропашными и луговыми многолетними травами, что привело к ускоренной минерализации торфяных почв и возникновению ветровой эрозии на больших территориях. Уже к 1975 г. в зоне Полесья потеря органического торфяного вещества составила свыше 150 млн т, а к настоящему времени по этой причине торфяно-болотные почвы на площади свыше 500 тыс. га с глубиной торфяного залега 0,4–0,5 м и более полностью деградированы (Парфенов, 2006).

Кроме того, отставание выполнений научных рекомендаций по техническому проведению мелиорации болот в части строительства водохранилищ и прудов, иных увлажнительно-осушительных систем уже в первые годы существенно ухудшило водный режим ручьев, малых рек, озер на значительных территориях, прилегающих к осушенным массивам, что не могло не отразиться на микроклиматических характеристиках этих территорий. Такие локальные, но распространяющиеся на довольно значительные территории страны микроклиматические аномалии не могли не отразиться на региональных климатических характеристиках, что, в свою очередь, в той или иной степени должно было сказаться на глобальных климатических флуктуациях.

Между продуктивностью земледелия и плодородием почвы объективно существует противоречие: чем больше продукции берется с 1 га, тем выше вынос питательных веществ. Например, урожай в 1 т зерновых в среднем выносит 65 кг основных действующих веществ. Это противоречие можно преодолеть только восполнением и наращиванием энергетического потенциала почв, внесением органических, минеральных веществ, микроэлементов.

Значение химизации сельского хозяйства в связи с этим трудно переоценить: она позволяет повышать плодородие почв, улучшать кислые и засоленные земли, лучше сохранять и повышать питательную ценность кормов и т. д.

Азот оказывает влияние на фотосинтез растений, которое состоит в использовании его при синтезе аминокислот. Азот также необходим для образования зеленых пигментов в растениях (хлорофилла) и для синтеза белков – элементов структуры хлоропластов, фермен-

тов, ответственных за различные реакции фотосинтеза. Он стимулирует рост вегетативной массы растений, определяет уровень урожайности и качества продукции.

Действие *фосфора* (фосфорные удобрения) на фотосинтез растений заключается в том, что остатки фосфорной кислоты входят в состав акцептора – соединения, связывающего CO_2 и промежуточные продукты фотосинтеза. С помощью световой энергии из неорганического фосфата и аденозиндифосфорной кислоты (АДФ) синтезируется аденозинтрифосфорная кислота (АТФ), участвующая в реакциях восстановления CO_2 . Фосфаты также входят в состав фосфатидов и фосфопротеидов, нуклеиновых кислот.

Фосфор оказывает стимулирующее влияние на развитие корневой системы, формирование репродуктивных органов, ускоряет созревание. У озимых культур фосфорные удобрения повышают зимостойкость, на 15–20 % снижают расход воды на единицу урожая.

Калий способствует накоплению растениями сахаров, что предохраняет озимые культуры от вымерзания, повышает прочность соломины и устойчивость к поражению корневыми гнилями и ржавчиной, ускоряет передвижение углеводов из стеблей и листьев в колос, увеличивая массу зерна.

Химизация сельского хозяйства, проводящаяся нарастающими темпами, занимает далеко не последнее место в ряду антропогенных факторов, воздействующих на почву и на природу в целом. В результате интенсивного использования удобрений в природной среде рассеивается ряд химических элементов, что приводит к нарушению круговорота веществ.

Промышленный синтез азотных удобрений и их рассеивание по поверхности земли вносит серьезные изменения в биогеохимический круговорот азота. Увеличение количества азота в природных средах за счет деятельности человека – опасное явление, так как вводимые в избытке нитраты не полностью денитрифицируются, что нарушает равновесие между процессами нитрификации и денитрификации. Нитраты аккумулируются в почве, гидросфере, растениях, а в дальнейшем – в пищевых продуктах, тем самым вызывая тяжелые отравления у человека и сельскохозяйственных животных.

В отличие от азота фосфор характеризуется малой подвижностью, он почти полностью закрепляется в почве, обогащая ее. Вместе с тем фосфорные удобрения могут вызывать и отрицательные явления в виде накопления сопутствующих фторидов, токсичных для человека и животных. Заметное увеличение содержания цинка и фтора в почвах связано с применением фосфорных удобрений, в состав которых входят данные элементы.

Подобные явления наблюдаются и при использовании калийных удобрений. Большинство их содержит значительные количества хлора, который зачастую накапливается в почве и отрицательно влияет на ее агрофизические свойства.

Внесение минеральных удобрений нередко способствует загрязнению почв тяжелыми и токсическими металлами, которые через корм животных попадают в пищу человека. Таким образом, загрязняющие вещества оказывают и прямое влияние (разрушение и уменьшение урожая), и косвенное (аккумуляция этих веществ в почве, организмах животных и пищевых продуктах).

Пестициды, применяемые в сельском хозяйстве, относятся к различным классам главным образом органических соединений (хлорорганические, фосфорорганические, симметричные триазины, гетероциклические соединения и др.) Они обладают токсичностью не только для вредных организмов, но и человека, животных, несут опасность для окружающей среды. Пестицид, каким бы он ни был, неизбежно вызывает глубокие изменения всей экосистемы, в которую его внедрили. По совокупности экологических свойств, присущих всем пестицидам, действия их никогда не бывают однозначными, так как они обладают широким спектром действия, чрезвычайно токсичны для живых организмов, сохраняются длительное время в окружающей среде. Стабильность пестицидов опасна последствиями, которые еще более усугубляют проблемы, связанные с этим видом загрязнения.

Пестициды распространяются далеко за пределами тех агро-экосистем, где они применяются. Даже в случае использования наименее летучих компонентов более 50 % активных веществ в момент воздействия переходит прямо в атмосферу.

В почву пестициды поступают различными путями: при непосредственном внесении их для уничтожения почвообитающих вредителей, сорняков; с протравленными семенами; при сносе препаратов при обработке посевов во время вегетации полевых культур; при неосторожном выполнении различных операций с химическими препаратами (расфасовка, приготовление рабочих растворов, транспортировка и т. д.); с осадками; оросительными, коллекторно-дренажными и сточными водами; с частицами почвы при ветровой эрозии и т. д.

Пестициды прямо или косвенно влияют на доступность питательных элементов, которые, в свою очередь, воздействуют на персистентность химических средств защиты растений непосредственно химическим способом или изменением микробиологических процессов.

После применения пестицидов в сельском хозяйстве значительная часть их вымывается из почвы и попадает в водоемы. Они могут ухудшать вкус, запах и цвет пресной воды. Установлено, что до 25 % применяемых пестицидов попадает в водные экосистемы. Водный дренаж с полей, обработанных пестицидами, загрязняет не только небольшие водоемы и реки. Многие пестициды устойчивы в водной среде и могут накапливаться в отдельных органах животных, в высших водных растениях. Водные организмы способны концентрировать пестициды, в большей или меньшей степени становясь источниками распространения их по трофическим цепям. Наибольшим коэффициентом кумуляции характеризуются водные беспозвоночные, особенно личинки некоторых насекомых и ракообразных.

Таким образом, применение пестицидов влечет за собой отрицательные последствия для отдельных видов и биоценозов в целом.

С экологической точки зрения различают несколько форм воздействия пестицидов. Первая категория форм воздействия называется *демэкологической* и выражается совокупностью нарушающих воздействий на уровне популяций отдельных видов, чувствительных к какому-либо фитосанитарному веществу. Последствия подобных воздействий проявляются быстро и обусловлены повышенной токсичностью таких веществ для конкретных видов растений и животных. Вымирание определенной части особей, входящих в состав зараженной популяции, прямо пропорционально дозе примененного вещества.

Другие демэкологические эффекты от использования пестицидов характеризуются замедленным действием. Например, есть пестициды, обладающие свойством накапливаться в пищевой цепи до тех пор, пока его содержание в животном – пищевом объекте хищника – не достигнет критического порога, с которого начинается хроническая интоксикация.

Помимо высокого уровня смертности вследствие хронической интоксикации имеется и другая форма влияния пестицидов на биологические виды, не столь явная, но не менее вредная, которая выражается в уменьшении биотического потенциала вида.

Хроническая интоксикация может изменить коэффициент рождаемости путем снижения обычной плодовитости или снижения выживаемости яиц и молодняка, либо в связи с действием указанных факторов одновременно. Эти отрицательные влияния сказываются на биотическом потенциале и в худшем случае могут привести к полной бесплодности популяции, подвергшейся интоксикации.

Наряду с демэкологической различают и вторую категорию форм воздействия пестицидов – *биоценологическую*. С одной стороны, если какое-то животное абсолютно нечувствительно к данному пестициду, то численность его популяции может значительно уменьшиться из-за уничтожения тех растений или животных, которые служат ему добычей или пищей. С другой стороны, разрушение гербицидами растения-хозяина исключает из экоси-

стемы тех насекомых и других беспозвоночных, для которых это растение служило пристанищем и на котором они паразитировали.

Другие экологические последствия применения пестицидов характеризуются возрастанием численности популяций, плотность которых до применения пестицидов была относительно небольшой. Рост численности популяции может быть обусловлен исчезновением конкурирующего вида, имеющего аналогичные требования к корму и условиям гнездования, или подавлением хищников и паразитов.

Применение пестицидов вызывает необратимые потрясения структуры биоценоза, часто называемые нарушением биологического равновесия. Иногда оно, как это ни парадоксально, проявляется в увеличении численности той популяции, которую собирались уничтожить.

Интенсивным источником загрязнения почвы являются города с развитым транспортно-промышленным комплексом. Содержание загрязняющих веществ в почвах городов изменяется в широких пределах: от значений, близких к фоновым в районах новостроек, до концентраций, в десятки раз превышающих фоновые в зонах влияния промышленных предприятий и в старообжитых районах городов.

Наибольшие зоны техногенного влияния характерны для крупных стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Например, теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) при сжигании 3 млн т угля в год формирует зону загрязнения площадью до 400 км², причем высокий и опасный уровень выпадения загрязняющих веществ на почву наблюдается на территории 75–120 км². Для ТЭЦ, работающих на мазуте, выпадения ванадия прослеживаются на расстоянии до 15 км в сторону господствующего направления ветра.

Распределение загрязняющих веществ в почвах зависит от биоклиматических, геоморфологических и почвенно-химических условий.

Почвы республики в результате катастрофы на ЧАЭС оказались в той или иной степени загрязнены радиоактивными элементами. После катастрофы 23 % территории Беларуси с 3688 населенными пунктами, в которых на момент аварии проживало более 2 млн человек, было загрязнено радионуклидами с плотностью более 1 Ки/км² (по ¹³⁷Cs).

Радиоактивное загрязнение почв распространилось по всем областям республики. Наиболее пострадавшими в этом плане являются Могилевская и Гомельская области. Загрязнение почв страны носило неравномерный характер. На сравнительно небольших площадях отмечались высокие градиенты загрязнения почв, рядом лежащие участки оставались практически чистыми.

Кроме непосредственного загрязнения почв радионуклидами после катастрофы на ЧАЭС к настоящему времени обнаружено выраженное вторичное загрязнение почв. Источником вторичного техногенного загрязнения почв радионуклидами является применение загрязненного навоза и минеральных удобрений, золы после сжигания загрязненного топлива, в основном дров и торфобрикета.

Основные изотопы, которые будут определять радиационную обстановку на территории республики в ближайшие 20 лет, – ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²³⁹Pu, ²⁴¹Am. Исследования показывают, что основное количество ¹³⁷Cs в различных типах почв продолжает оставаться в верхнем 7–10-сантиметровом слое.

Считается, что для полного восстановления функций биосферы после радиоактивного вмешательства требуется не менее двух полных периодов полураспада наиболее долгоживущего радиоизотопа, выпавшего на почву.

Республика Беларусь подписала Конвенцию ООН по борьбе с опустыниванием/деградацией земель, в связи с чем были подготовлены два Национальных доклада, в которых при-

ведены основные мероприятия по выполнению данной Конвенции на национальном и международном уровнях.

С целью предотвращения развития процессов деградации и загрязнения земель принят ряд законодательных актов: Кодекс Республики Беларусь о недрах, Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», Кодекс Республики Беларусь о земле, Закон Республики Беларусь «О мелиорации» и др.

РУП «Проектный институт Белгипрозем», РУП «Институт почвоведения и агрохимии», НАН Беларуси, ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси» был разработан технический кодекс установившейся практики (ТКП) 17.03-04-2014 (02120) «Предотвращение деградации и восстановление деградированных мелиорированных сельскохозяйственных земель», утвержденный и введенный в действие постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды от 24.12.2014 г. № 16-Т.

Данный ТКП устанавливает порядок осуществления мероприятий по предотвращению деградации и восстановлению деградированных мелиорированных сельскохозяйственных земель, который направлен на предотвращение их дальнейшей деградации и восстановление их признаков, свойств и функций до такой степени, что они могут быть снова вовлечены в сельскохозяйственный оборот. Также устанавливаются порядок и правила размещения, создания и содержания защитных лесных полос на мелиорированных сельскохозяйственных землях, которые предназначены для обеспечения защиты таких земель и возделываемых на них сельскохозяйственных культур от неблагоприятных и иных климатических факторов.

Кроме того, имеется ряд других нормативных технических актов, призванных обеспечить предотвращение деградации и загрязнение земель, а также их реабилитацию: ТКП 17.12-01-2008 (02120) «Территории. Правила и порядок определения и изменения направлений использования выработанных торфяных месторождений и других нарушенных болот»; ТКП 17.12-02-2008 (02120) «Территории. Порядок и правила проведения работ по экологической реабилитации выработанных торфяных месторождений и других нарушенных болот и предотвращение нарушения гидрологического режима естественных экологических систем при проведении мелиоративных работ»; ТКП 45-3.04-177-2009 (02250) «Реконструкция осушительных систем. Правила проектирования» и ряд других.

1.5. Государственная политика и правовые основы в области землепользования, охраны и восстановления земель

Государственная политика в области устойчивого землепользования, охраны и восстановления земель в Республике Беларусь осуществляется в соответствии с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития на период до 2030 г. (НСУР-2030), разработанной в 2015 г.

Для устойчивого использования земельных ресурсов в рамках НСУР-30 поставлена задача разработки Концепции государственной политики в области использования и охраны земель до 2030 г. и Государственной программы повышения эффективности использования и охраны земельных ресурсов.

В настоящее время государственная политика в области землепользования, охраны и восстановления земель в Беларуси осуществляется в рамках государственной политики в области охраны окружающей среды.

Основными аспектами государственной политики в области землепользования, охраны и восстановления земель в Беларуси являются рациональное землепользование, сохранение и предупреждение деградации земель, восстановление (рекультивация) нарушенных ранее хозяйственной и иной деятельностью земель.

Основным законом, регламентирующим правовые отношения в землепользовании, является Кодекс Республики Беларусь о земле, который регулирует земельные отношения, направлен на эффективное использование и охрану земель, защиту прав землепользователей.

Объектами земельных отношений являются: земля (земли); земельные участки; права на земельные участки; ограничения (обременения) прав на земельные участки, в том числе земельные сервитуты.

В Беларуси земельные участки могут находиться у землепользователей на правах: государственной и частной собственности; пожизненного наследуемого владения; постоянного пользования (без заранее установленного срока); временного пользования; аренды (субаренды).

Субъектами земельных отношений являются Президент Республики Беларусь, Совет Министров Республики Беларусь; государственные органы, осуществляющие государственное регулирование и управление в области использования и охраны земель; граждане Республики Беларусь, иностранные граждане и лица без гражданства; индивидуальные предприниматели; юридические лица Республики Беларусь и иностранные юридические лица; иностранные государства, дипломатические представительства и консульские учреждения иностранных государств; международные организации и их представительства.

Основными принципами земельных отношений являются:

- ◆ государственное регулирование и управление в области использования и охраны земель, в том числе установление единого порядка изъятия и предоставления земельных участков, перевода земель из одних категорий и видов использования в другие;

- ◆ обязательная государственная регистрация земельных участков, прав на них и сделок с ними;

- ◆ приоритет использования сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения; земель природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения; лесных земель лесного фонда для целей, связанных с назначением этих земель;

- ◆ эффективное использование земель;
- ◆ охрана земель и улучшение их свойств;
- ◆ установление ограничений (обременений) прав на земельные участки, в том числе земельный сервитут;

◆ гласность и учет общественного мнения при принятии решений об изъятии и предоставлении земельных участков, изменении их назначения, установлении ограничений (обременений) прав на земельные участки, в том числе земельных сервитутов, затрагивающих права и защищаемые законом интересы граждан;

- ◆ защита прав землепользователей.

Земли и земельные участки распределяются по категориям земель в зависимости от их основного целевого назначения, определенного в соответствии с законодательством правового режима их использования и охраны.

Перевод земель и земельных участков из одной категории в другую производится в случаях:

- ◆ изъятия и предоставления земельных участков, внутрихозяйственного строительства или изменения их целевого назначения;
- ◆ проведения мероприятий по освоению новых земель, улучшению или иному изменению их состояния и характера использования, требующих материально-денежных затрат;
- ◆ перевода сельскохозяйственных земель в несельскохозяйственные или менее продуктивные сельскохозяйственные земли;
- ◆ изменения состояния земель в результате воздействия вредных антропогенных и (или) природных факторов.

Порядок перевода земель из одних категорий и видов в другие, отнесение земель к определенным видам устанавливается исключительно Президентом Республики Беларусь.

В частную собственность гражданам Республики Беларусь земельные участки могут предоставляться:

- ◆ для строительства и обслуживания жилого дома;
- ◆ ведения личного подсобного хозяйства в сельских населенных пунктах, поселках городского типа гражданам, зарегистрированным по месту жительства в этих населенных пунктах или иных населенных пунктах, расположенных на территории соответствующего сельсовета;
- ◆ коллективного садоводства и дачного строительства.

Не подлежат предоставлению в частную собственность, собственность иностранных государств, международных организаций земельные участки, относящиеся к землям следующих категорий и видов:

- ◆ земли сельскохозяйственного назначения;
- ◆ земли природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения;
- ◆ земли лесного и водного фондов;
- ◆ земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями;
- ◆ земли общего пользования;
- ◆ земельные участки, на которых расположены объекты недвижимого имущества, находящиеся только в государственной собственности;
- ◆ земли, подвергшиеся радиоактивному загрязнению (зоны эвакуации и отчуждения; зоны первоочередного и последующего отселения, из которых отселено население);
- ◆ земли залегания разведанных месторождений полезных ископаемых;
- ◆ земли, предусмотренные для целевого использования в утвержденных генеральных планах городов и иных населенных пунктов проектами детального планирования, схемами

землеустройства районов и иной землеустроительной документаций и исключают их предоставление в собственность.

Ограничение (обременение) прав на земельные участки устанавливается на участки, расположенные:

- ◆ на территории заказников и памятников природы, объявленных без изъятия земельных участков у землепользователей, в этом случае они могут быть использованы только по своему целевому назначению;
- ◆ на природных территориях, подлежащих специальной охране;
- ◆ на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению;
- ◆ в охранных зонах объектов военного назначения;
- ◆ в охранных зонах объектов инженерной инфраструктуры;
- ◆ в зонах охраны недвижимых материальных историко-культурных ценностей;
- ◆ в границах ботанических, дендрологических садов и их охранных зон;
- ◆ в пределах территорий перспективного развития населенных пунктов;
- ◆ на иных территориях в соответствии с законодательными актами.

Земельный сервитут – это право ограниченного пользования чужим земельным участком, устанавливаемое для обеспечения прохода, проезда, прокладки и эксплуатации газопроводов, нефтепроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, связи и других подобных сооружений, обеспечения водоснабжения и мелиорации, размещения геодезических пунктов, а также для иных целей, которые не могут быть обеспечены без предоставления такого права. Земельный сервитут устанавливается в соответствии со ст. 19 и 45 Кодекса Республики Беларусь о земле.

Государственное регулирование и управление в области использования и охраны земель осуществляют Президент Республики Беларусь, Совет Министров Республики Беларусь, Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь, иные специально уполномоченные республиканские органы государственного управления, областные исполнительные комитеты, Минский городской, городские, районные, сельские, поселковые исполнительные комитеты в соответствии с их компетенцией, предусмотренной соответствующими статьями гл. 2 Кодекса Республики Беларусь о земле.

Пользование земельными участками любой формы собственности является *платным*. Плата за пользование землей рассчитывается исходя из кадастровой стоимости земли. Формами платы является земельный налог или арендная плата. Ставки налога определяются налоговым законодательством; размер арендной платы за пользование земельным участком, находящимся в частной собственности граждан или негосударственных юридических лиц, определяется условиями договора аренды земельного участка. Порядок взимания арендной платы за земельные участки, находящиеся в государственной собственности, устанавливается Президентом Республики Беларусь.

Земельные участки, находящиеся в частной собственности, могут являться предметом договоров купли-продажи, мены, дарения, ренты, аренды, ипотеки и переходить по наследству в соответствии с гражданским законодательством с учетом ограничений, установленных некоторыми актами Президента Республики Беларусь, Кодексом Республики Беларусь о земле, иными законодательными актами. Эти же виды использования земельных участков, находящихся в пожизненном владении или аренде, запрещены. Добровольная передача земельных участков, находящихся в частной собственности, в государственную собственность производится безвозмездно.

Право частной собственности на земельные участки может быть принудительно прекращено по решению областного, Минского городского, городских, районных, сельских, поселковых исполнительных комитетов в соответствии с их компетенцией или суда. Усло-

вия прекращения этого права определяются ст. 60 Кодекса Республики Беларусь о земле, в соответствии с которой землепользователи обязаны:

- ◆ использовать земельные участки и расположенные на них строения исключительно по целевому назначению;
- ◆ осуществлять соответствующие мероприятия по улучшению и охране земель, препятствовать их деградации и истощению;
- ◆ своевременно вносить плату за пользование земельным участком;
- ◆ соблюдать установленные сроки и условия отвода земельного участка;
- ◆ не нарушать прав иных землепользователей;
- ◆ соблюдать установленные ограничения (обременения) прав на земельный участок, в том числе условия земельного сервитута.

Нарушения прав землепользователя и споры, связанные с возмещением убытков, разрешаются судом.

В Беларуси осуществляется постоянный мониторинг земель, который является видом мониторинга окружающей среды. Организация его проведения осуществляется Государственным комитетом по имуществу Республики Беларусь за счет средств республиканского бюджета. Порядок проведения мониторинга и использование его данных устанавливаются Советом Министров Республики Беларусь.

Данные мониторинга сведены в Государственный земельный кадастр, который состоит:

- ◆ из единого реестра административно-территориальных и территориальных единиц Республики Беларусь;
- ◆ единого государственного регистра недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним;
- ◆ реестра цен на земельные участки;
- ◆ реестра стоимости земельных участков;
- ◆ реестра земельных ресурсов Республики Беларусь.

Ведение Государственного земельного кадастра обеспечивается проведением геодезических и картографических работ; почвенных, геоботанических и иных обследований, изысканий; инвентаризацией и кадастровой оценкой земель, земельных участков; иными землеустроительными мероприятиями; осуществлением государственной регистрации недвижимого имущества, прав, ограничений (обременений) прав на него и сделок с ним.

Таким образом, данные Государственного земельного кадастра позволяют получить достоверную информацию о возможности, объемах, стоимости использования тех или иных земельных участков и земель в рекреационных целях, экономической эффективности ведения рекреационной деятельности и т. д.

Сведения Государственного земельного кадастра носят открытый характер, за исключением сведений, отнесенных законодательством к государственным секретам и информации, распространение которой ограничено в целях защиты прав и защищаемых законом интересов граждан. Эти сведения могут быть предоставлены на платной основе или бесплатно.

Для оценки состояния земель устанавливаются в соответствии с действующим законодательством о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, об охране окружающей среды Нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) химических и иных веществ в почве.

Государственный контроль за использованием и охраной земель осуществляется областными, Минским городским, городскими, районными, сельскими, поселковыми исполнительными комитетами непосредственно либо через свои землеустроительные службы; Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики

Беларусь (далее – Минприроды) и его территориальными органами в рамках своей компетенции, иными государственными органами.

Порядок осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель устанавливается Советом Министров Республики Беларусь (далее – СМ РБ).

Следует иметь в виду, что нарушение законодательства об охране и использовании земель облагается ответственностью, установленной нормативными правовыми актами.

Контрольные вопросы

1. Что такое земельные ресурсы?
2. Что включают в себя территориальные ресурсы?
3. Какова структура земельных ресурсов мира?
4. Какие земли выделяются по целевому назначению?
5. Что такое землепользование?
6. Какие известны виды землепользования?
7. Что представляет собой рекреационное землепользование?
8. Какие известны типы рекреационного землепользования?
9. Что такое почва и почвенное плодородие?
10. Какие факторы обеспечивают почвенное плодородие?
11. Какие факторы лимитируют почвенное плодородие?
12. Каковы экологические функции почвы в биосфере?
13. Какова структура земельного фонда Беларуси?
14. Что такое деградация, истощение и загрязнение земель?
15. В чем заключается сущность мелиорации?
16. Каковы экологические последствия мелиорации в Беларуси?
17. Какие мероприятия используются по охране земель от деградации, истощения и загрязнения?

Глава 2. Водные ресурсы

2.1. Водные ресурсы и их особенности

Под *водными ресурсами* гидросферы подразумевают пригодные для использования в хозяйственной деятельности воды: морские, речные, озерные, подземные, почвенные, лед горных и полярных ледников, воды искусственных водоемов и водяные пары без связанной воды, входящей в состав живого вещества.

Ресурсы поверхностных и подземных вод подразделяются на единовременные стационарные и возобновляемые, которые определяют *водный баланс* Земли.

Возобновляемые ресурсы составляют динамическую (подвижную) часть биосферного круговорота воды, благодаря которому все виды гидросферы возобновляются с определенной скоростью. Поэтому если научиться использовать воду в объеме возобновления ее в круговороте воды в биосфере, то источники водных ресурсов станут практически неисчерпаемыми.

Поверхностные воды сосредоточены в акватории Мирового океана и в континентальных водоемах.

Мировой океан образован собственно океаном и его периферическими частями – морями. Среди последних принято выделять *окраинные* моря, широко сообщающиеся с океаном (Баренцево, Карское, Восточно-Сибирское и др.); *внутренние* моря, почти со всех сторон окруженные сушей (Черное, Азовское, Красное, Средиземное), и *межостровные* моря, располагающиеся между архипелагами и островами (Карибское, Филиппинское и др.).

Средняя глубина Мирового океана – 3760 м, максимальная – 11 024 м (Мариинская впадина). Мировой океан населен древней флорой и фауной, насчитывающей свыше 200 тыс. видов. Из всех известных 63 классов животных 52 обитают в Мировом океане. Суммарная биомасса Мирового океана равна приблизительно 3–4 млрд т сухого вещества. Геохимическая активность единицы биомассы гидросферы в 1000 раз больше, чем на суше; количество органического вещества, фотосинтетически создаваемого в морях, лишь немногим меньше, чем на суше.

Континентальные водоемы расположены в углублениях суши, они могут быть естественными и искусственными. *Естественные водоемы* представлены реками, озерами, болотами и ручьями, *искусственные водоемы* – каналами, водохранилищами и прудами. В большинстве своем континентальные водоемы пресные, реже встречаются солоноватые и редко – соленые (некоторые бессточные озера типа Эльтон и Баскунчак). В континентальных водоемах насчитывается 13 классов растений и обитает 19 классов животных.

Общая классификация пресных вод в соответствии с СТБ 17.06.02-02-2009 «Классификация поверхностных и подземных вод» дана в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Общая классификация пресных вод

Группа	Тип	Вид
Поверхностные воды	Водоток	Река, ручей, родник, канал
	Водоем	Озеро, водохранилище, пруд
Подземные воды	Бассейн	Платформенный, предгорный, межгорный, гидрологический массив
	Водоносный горизонт	Напорный, напорно-безнапорный, безнапорный
	Месторождение	Питьевых, технических, теплоэнергетических, промышленных, минеральных вод

Основная масса континентальных водных ресурсов на планете сосредоточена в реках и составляет 38,8 тыс. км³. Количество воды, протекающее в единицу времени через поперечное сечение реки, называется *ее расходом*. Годовой расход характеризует *водность* реки. Самая многоводная река мира Амазонка имеет годовой расход 175 000 м³, Волга – 7700 м³, Енисей – 19 800 м³. Реки являются посредниками в процессах водообмена между сушей и Мировым океаном, так как через них возвращается в океан та испарившаяся вода, которая выпала на сушу в виде осадков. Ежегодно реками выносятся в океан порядка 42 тыс. м³ воды. Ежегодный вынос воды реками называется *жидким стоком*, кроме него реки обладают *твердым стоком* – вынос речными водами всевозможных твердых частиц, *стоком растворенных веществ* и *биостоком* – вынос речными водами различных организмов и продуктов их жизнедеятельности. Годовой твердый сток всех рек мира составляет $(0,13 - 0,14) \cdot 10^8$ т, сток микроэлементов – $0,36 \cdot 10^8$ т, органического вещества – $7,2 \cdot 10^8$ т и минеральных коллоидов (кремний, железо, алюминий) – $1,75 \cdot 10^8$ т. Поэтому реки также играют огромную геохимическую роль в биосфере.

Реки, озера и пруды относятся к возобновляемым водным ресурсам. В табл. 2.2 представлены приблизительные данные о пресноводной части гидросферы.

Таблица 2.2. Пресные воды гидросферы (Логинава, Лопух, 2011)

Части гидросферы	Объем пресной воды, км ³	Процент от данной части гидросферы	Процент от общего объема пресной воды
Ледники	24 000 000	100	85
Подземные воды	4 000 000	6,7	14
Озера и водохранилища	155 000	55	0,6
Почвенная влага	83 000	98	0,3
Пары атмосферы	14 000	100	0,05
Речные воды	1200	100	1,004
Итого	28 253 200	–	100

Распределение и потребление воды по территории земного шара весьма неравномерно. Наибольшее количество поверхностных и подземных пресных вод используется на нужды сельского хозяйства, некоторых отраслей промышленности и питьевого водоснабжения в экономически развитых странах.

В табл. 2.3 показано ориентировочное распределение воды и ее потребление по континентам.

Таблица 2.3. Распределение воды и ее потребление по континентам (Логинава, Лопух, 2011)

Континент	Средне- годовой сток рек	Водопотребление			
		км ³ /год		Процент к стоку	
		1970 г.	2000 г.	1970 г.	2000 г.
Европа	3210	320/100	730/240	10/3,1	23/7,5
Азия	14 410	1500/1130	3200/2000	10,7/7,6	22,7/13,9
Африка	4570	130/100	380/250	2,8/2,2	8,3/5,5
Северная Америка	8200	540/160	1300/280	6,6/2,0	15,8/3,4
Южная Америка	11 760	70/50	300/130	0,6/0,4	2,5/2,1
Австралия и Океания	2390	23/12	60/30	1,0/0,5	2,5/2,1
Весь мир	46 540	2583/1552	5970/5930	5,8/3,4	13/6,7

По величине формируемого стока территория СНГ естественным образом делилась на регионы, принадлежащие к водосборным бассейнам трех океанов или их частей. Наибольший речной сток формируется на западном, северном и восточном склонах территории бывшего СССР, а также в бассейнах Балтийского моря и Тихого океана.

Для оценки реальных запасов водных ресурсов необходимо учитывать следующие характеристики, которые возникают при их использовании в хозяйственной деятельности и могут ограничивать водопотребление:

- ◆ неравномерность размещения по территории региона (страны);
- ◆ изменение водности по сезонам года и годам;
- ◆ потребности в ресурсе хозяйственной деятельности в целом и по отраслям;
- ◆ степень загрязнения водных объектов сточными водами и иными загрязнителями (в том числе радиоактивными);
- ◆ загрязнение верхних горизонтов подземных и грунтовых вод, используемых для целей питьевого водоснабжения и в сельском хозяйстве.

По степени водообеспеченности страны Европейской части СНГ разделены на три зоны: высокой, средней и низкой (недостаточной) обеспеченности.

Зона *высокой обеспеченности* занимает около половины территории и характеризуется образованием болот и заболоченных земель.

Зона *средней обеспеченности* включает Центральную Россию и Урал, Республику Беларусь.

Зона *низкой, или недостаточной, обеспеченности* включает юг Украины, Крым, Донбасс, Заволжье и т. д., в ней водные ресурсы составляют несколько процентов от всех запасов и для обеспечения водопотребления необходима переброска воды из других речных бассейнов.

Водные ресурсы характеризуются специфическими особенностями, отличающими их от других природных ресурсов – земли, недр, лесов. Для всех видов запасов воды характерны высокая динамичность и взаимосвязь, что объясняется объективными процессами круговорота воды в природе. Благодаря этим свойствам существует возможность многократного и многоцелевого, а также рационального использования определенных объемов водных ресурсов.

Учитывая большое значение водных ресурсов для жизни общества, их можно рассматривать в виде водохозяйственной инфраструктуры, обслуживающей производственную и социальную сферы общественной деятельности.

Водные ресурсы как производственная инфраструктура не производят ни предметов труда, ни продуктов питания, а лишь создают благоприятные условия для развития материального производства.

Функциональное назначение водных ресурсов как социальной инфраструктуры связано с созданием социальных условий для жизнедеятельности людей в результате удовлетворения потребностей в воде с целью повышения уровня жизни. Как социальная инфраструктура водные ресурсы косвенным образом влияют на процесс материального производства, создают важные условия для расширенного воспроизводства, роста производительности труда.

Как инфраструктура водные ресурсы включают в себя сложные отношения между органами управления экономикой страны в целом и отдельными территориями, предприятиями, определяющими состояние, перспективы и эффективность использования водных ресурсов в составе мероприятий, обеспечивающих хранение воды как природного ресурса, а также между сопредельными государствами на основании заключенных международных договоров и соглашений.

Исходя из этого, введено понятие *водохозяйственная система государства (ВСГ)*, отражающее всю совокупность существующих отношений в обществе. Эта система представляет собой специфический вид социально-экономических отношений, сложившихся между органами управления водным хозяйством; отраслями экономики; потребителями и пользователями водных ресурсов; местными органами власти отдельных регионов и территорий; населением страны; созданием и эксплуатацией водохозяйственных сооружений, обеспечением охраны вод в процессе использования водных ресурсов.

В соответствии с СТБ 17.06.02-02-2009 классификация поверхностных вод проводится по основным признакам, характеристикам, категориям, отражающим природные особенности, которые выражаются качественными (сравнительными) и количественными показателями. Основные признаки и характеристики поверхностных вод приведены в табл. 2.4. Каждая характеристика подразделяется на категории, показывающие различие в размерах или условиях режима, водообмена и пр.

Таблица 2.4. Признаки и характеристики поверхностных вод

Признаки	Характеристики
Режимные (водный, ледовый, термический)	Длительность неблагоприятных по водности и условиям водообмена периодов Продолжительность ледостава Колебания уровней воды Скорость течения Показатели условий водообмена Расход воды Температура воды
Морфометрические	Площадь (водосбора, водного зеркала и пр.) Длина водотока Глубина водного объекта

Водоем – поверхностный водный объект в углублении земной поверхности, характеризующийся замедленным течением воды (проточный) или полным его отсутствием (Водный кодекс Республики Беларусь, 2015). Водоемы имеют наибольшее значение для организации рекреации и рекреационной деятельности.

Поверхностный водный объект – естественный или искусственный водоем, водоток, постоянное или временное сосредоточие вод, имеющее определенные границы и признаки гидрологического режима (Водный кодекс Республики Беларусь, 2015; табл. 2.5).

Таблица 2.5. Классификация водоемов

Группа	Подгруппа	Значение характеристик	Разряд
1	2	3	4
Е – морфологические признаки	Е ₁ – площадь водного зеркала, км ²	10–80	1
		1–10	2
		0,1–1	3
		< 0,1	4
	Е ₂ – объем, млн м ³	> 100	1
		10–100	2
		1–10	3
		< 1	4

1	2	3	4
	E ₃ – максимальная глубина, м	20–55	1
		10–20	2
		5–10	3
		< 5	4
F – гидрологический режим	F ₁ – продолжительность ледостава, дн.	> 100	3
		50–100	2
		< 50	1
	F ₂ – колебания уровней, м	> 2	3
		0,5–2	2
		< 0,5	1
	F ₃ – температура воды, °С	> 15	1
		10–15	2
		< 10	3
G – условия водообмена	G ₁ – стратификация	Стратифицированное	1
		Нестратифицированное	2
	G ₂ – характер озер	Бессточное	3
		Сточное	2
		Проточное	1
	G ₃ – характер регулирования стока водохранилищем	Многолетнее	1
		Сезонное	2
		Недельное, суточное	3
	G ₄ – водообмен	< 0,5	3
		0,5–5	2
		> 5	1

Следует иметь в виду, что чем меньше номер разряда, тем больше по размерам и водности объект и, следовательно, тем благоприятнее условия формирования количества и качества воды, ведения соответствующей рекреационной деятельности.

Подземный водный объект – сосредоточение вод в недрах, имеющее определенные границы, объем и признаки режима подземных вод и состоящие из одного или нескольких водоносных горизонтов (Водный кодекс Республики Беларусь, 2015).

В основу классификации подземных вод также положены разнообразные признаки (табл. 2.6).

Таблица 2.6. Признаки и характеристики подземных вод

Признаки	Характеристики
Физические	Фильтрационные параметры
Режимные	Температура Минерализация Показатели условий водообмена Подземный сток
Гидрогеологические	Глубина залегания уровня воды Площадь водоносных горизонтов Мощность водоносных горизонтов

Каждая характеристика подразделяется на категории, показывающие различие в размерах или условиях режима, характере водообмена и пр.

К гидрологическим признакам, отражающим степень загрязнения или истощения подземных вод, относятся глубины залегания уровня воды и кровли водоносного горизонта, фильтрационные параметры, характер водообмена, термический режим, степень минерализации. Классификация подземных вод, заключенных в водоносных горизонтах, месторождениях или бассейнах подземных вод, приведена в табл. 2.7.

Таблица 2.7. Классификация подземных вод

Группа	Подгруппа	Значение характеристик	Разряд
1	2	3	4
А – глубина залегания	А ₁ – глубина залегания уровня воды, м	< 50	1
		50–300	2
		> 300	3
	А ₂ – глубина залегания кровли водоносного горизонта, м	< 100	1
		100–1000	2
		> 1000	3
В – размер и водность	В ₁ – площадь, км ²	> 1000	1
		1000–100	2
		< 100	3

1	2	3	4
	B_2 – мощность, м	> 100	1
		10–100	2
		< 10	3
	B_3 – подземный сток, л/с · км ²	4,5–5,7	1
		2,1–4,5	2
		0,5–2,1	3
С – фильтрационные параметры	C_1 – коэффициент фильтрации, м/сут	> 80	1
		10–80	2
		< 10	3
	C_2 – коэффициент уровне- и пьезопроводности, м ² /сут	< 10 ⁶	1
		10 ³ –10 ⁶	2
		< 10 ³	3
	C_3 – водоотдача, ед.	> 0,3	1
		0,1–0,3	2
		< 0,1	3
	C_4 – эксплуатационная производительность, м ³ /сут	> 10 000	1
		1000–10 000	2
		< 1000	3
D – характер водообмена	D_1 – характер залегания вод	Открытый	1
		Наличие «гидрологических окон»	2
		Изолированный	3
	D_2 – тип вод по условиям циркуляции	Трещинно-карстовый	1
		Трещинный	2
		Поровый	3
	D_3 – гидравлическая связь с дренами	Постоянная	1
		Периодическая	2
		Отсутствует	3

1	2	3	4
	D ₄ – гидродинамическая связь водоносных горизонтов	Явная	1
		Неявная	2
		Отсутствует	3
	D ₅ – водообмен	Активный	1
		Замедленный	2
		Весьма замедленный	3
E – термический режим	E ₁ – температура, °C	< 20	1
		20–50	2
		50–100	3
F – степень минерализации	F ₁ – минерализация, г/дм ³	< 1	1
		1–35	2
		> 35	3

В данной классификации также выделяются группы и подгруппы, каждой подгруппе в зависимости от значения характеристики присваивается разряд. Чем меньше номер разряда, тем больше размер и водность водоносных пород, благоприятнее условия формирования качества и количества воды.

Все водные ресурсы подлежат учету и государственному правовому регулированию.

В хозяйственной деятельности любой территории осуществляется многоцелевое использование водных ресурсов. Значительными потребителями воды являются города и населенные пункты, промышленность, строительство, энергетика, сельское хозяйство, водный транспорт и рыбное хозяйство. Эти и другие отрасли экономики являются участниками водохозяйственной системы и в результате своей производственно-экономической деятельности создают *водохозяйственные комплексы (ВХК)* – сложные сооружения многоцелевого назначения, включающие плотины, электростанции, шлюзы, водохранилища и т. д. Водохозяйственные комплексы предназначены для решения нескольких задач: производства электроэнергии, обеспечения работы промышленности, сельского хозяйства, транспорта, поставок воды для городов, населенных пунктов, создания условий для жизни, труда и отдыха людей.

Характеристика и оценка рекреационного использования водных ресурсов Беларуси дана в гл. 6 настоящего пособия.

Использование и охрана водных ресурсов любой территории регламентируется рядом государственных законов и других нормативных правовых актов (НПА) не только в области водопотребления и водоотведения, но и во многих смежных областях: промышленной и экологической безопасности, медицине, санитарии и эпидемиологии, сельском хозяйстве и др.

В Беларуси этим целям служат законодательная и нормативная техническая база в области учета, использования и охраны вод, о чем будет сказано ниже.

2.2. Водопользование, водопотребление и водоотведение

2.2.1. Водопользование

Водопользование – использование водных ресурсов и (или) их воздействие на водные объекты при осуществлении хозяйственной или иной деятельности (Водный кодекс Республики Беларусь, 2015).

По видам и срокам водопользование подразделяется на общее, специальное и обособленное.

Общее водопользование осуществляется юридическими и гражданскими лицами безвозмездно и без получения правоустанавливающих документов. Условия общего водопользования на водных объектах устанавливаются местными исполнительными и распорядительными органами.

К *специальному водопользованию* относятся:

- ◆ изъятие поверхностных вод с применением водозаборных сооружений;
- ◆ добыча подземных вод с применением водозаборных сооружений, в том числе самоизливающихся буровых скважин;
- ◆ сброс сточных вод в окружающую среду с применением гидротехнических сооружений и устройств, в том числе через систему дождевой канализации;
- ◆ сброс сточных вод в окружающую среду после очистки на сооружениях биологической очистки в естественных условиях (на полях фильтрации, полях подземной фильтрации, в фильтрующих траншеях, песчано-гравийных фильтрах), а также через земляные накопители;
- ◆ изъятие поверхностных вод передвижными устройствами для поливомоечных работ на объектах, расположенных на землях общего пользования населенных пунктов, для орошения сельскохозяйственных земель;
- ◆ регулирование водных потоков с применением гидроузлов, плотин и других водоподпорных сооружений;
- ◆ добыча (изъятие) вод для ликвидации чрезвычайных ситуаций и (или) их последствий;
- ◆ устранение подтопления, заболачивания земель;
- ◆ добыча подземных вод попутно с добычей других полезных ископаемых;
- ◆ проведение мероприятий по защите водоносных горизонтов.

Специальное водопользование осуществляется на основании разрешений или комплексных природоохранных разрешений, выдаваемых территориальными органами Минприроды, за исключением таких целей, как:

- ◆ изъятие поверхностных вод в объеме 5 м³/сут и менее с применением водозаборных сооружений;
- ◆ добыча подземных вод в объеме 5 м³/сут и менее с применением водозаборных сооружений, в том числе самоизливающихся буровых скважин;
- ◆ сброс сточных вод в окружающую среду гражданами (за исключением индивидуальных предпринимателей).

Выдача разрешений на специальное водопользование, комплексных природоохранных разрешений на добычу подземных вод с применением водозаборных сооружений, в том числе самоизливающихся буровых скважин, осуществляется на основании выдаваем-

мых уполномоченной организацией, подчиненной Минприроды, заключений о возможности добычи заявленных водопользователями объемов подземных вод.

В разрешениях на специальное водопользование и в комплексных природоохранных разрешениях устанавливаются нормативы допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод и условия осуществления специального водопользования, в том числе объемы:

- ◆ добычи (изъятия) вод;
- ◆ получения воды от других водопользователей;
- ◆ передачи воды другим водопользователям;
- ◆ использования воды по целям;
- ◆ потерь воды;
- ◆ сброса сточных вод в окружающую среду, в том числе через систему канализации.

Порядок выдачи разрешений на специальное водопользование, внесения в них изменений и (или) дополнений, продления срока, прекращения их действия и выдачи дубликатов, а также порядок выдачи комплексных природоохранных разрешений, внесения в них изменений и (или) дополнений, продления срока, прекращения их действия и выдачи дубликатов устанавливаются Советом Министров Республики Беларусь.

Обособленное водопользование подразделяется:

- ◆ на обособленное водопользование поверхностными водными объектами (их частями) для хозяйственно-питьевых, гидроэнергетических нужд и нужд обеспечения обороны;
- ◆ обособленное водопользование прудами-копанями, расположенными в границах земельных участков, предоставленных в установленном порядке юридическим лицам, гражданам, в том числе индивидуальным предпринимателям, и технологическими водными объектами.

Поверхностные водные объекты (их части) в обособленное водопользование для хозяйственно-питьевых, гидроэнергетических нужд и нужд обеспечения обороны могут быть предоставлены также юридическим лицам.

Однако не предоставляются в обособленное водопользование для хозяйственно-питьевых, гидроэнергетических нужд и нужд обеспечения обороны поверхностные водные объекты (их части), расположенные полностью или частично на территории населенных пунктов, а также в иных случаях, предусмотренных законодательными актами.

Обособленное водопользование поверхностными водными объектами (их частями) для хозяйственно-питьевых, гидроэнергетических нужд и нужд обеспечения обороны осуществляется на основании государственного акта на право обособленного водопользования, в котором указываются цель, условия и сроки обособленного водопользования.

Форма государственного акта на право обособленного водопользования устанавливается Советом Министров Республики Беларусь.

Получение государственного акта на право обособленного водопользования не исключает необходимости получения разрешения на специальное водопользование или комплексного природоохранный разрешения.

После предоставления водного объекта (его части) в обособленное водопользование может осуществляться пользование им только с согласия водопользователей, которым было установлено право на обособленное водопользование, кроме случаев ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий.

Специальное и обособленное водопользование является платным, за исключением привлечения этих водных ресурсов к ликвидации чрезвычайных ситуаций и (или) их последствий.

Классификация водопользований составляется по целям использования воды, видам и срокам водопользования, характеру использования воды, способу использования поверхностных и (или) подземных вод, характеру и степени воздействия водопользований на поверхностные воды. Классификационные категории целей использования воды отражают хозяйственное и природоохранное значение водопользований, тогда как другие классификационные категории отражают особенности взаимосвязи водопользователей с объектами водного фонда.

В соответствии с Водным кодексом Республики Беларусь и СТБ 17.06.02-01-2009 «Гидросфера. Классификация водопользований» по целям использования воды выделяют такие виды водопользования, как: питьевые нужды населения и работников организаций; хозяйственно-бытовые нужды населения и работников организаций; лечебные и курортно-оздоровительные цели; сельскохозяйственные нужды (кроме орошения); орошение; промышленные нужды (кроме гидроэнергетики); нужды гидроэнергетики; нужды водного транспорта и лесосплава; рыбохозяйственные нужды; отведение сточных и других вод; переброска стока; рекреационные и спортивные цели; прочие нужды.

Классификация водопользователей по видам и срокам водопользования рассмотрена выше.

Классификация водопользований по характеру использования воды включает такие понятия, как:

- ◆ водопользование, при котором используется вещество с особыми свойствами и которое включает водопользование, цели которого определены правилами общего, специального и обособленного водопользования;

- ◆ водопользование, при котором вода используется как среда обитания (рыбохозяйственные нужды);

- ◆ водопользование, при котором используются масса и энергетический потенциал воды (нужды гидроэнергетики, лесосплав).

По способу использования поверхностных и (или) подземных вод водопользование классифицируется следующим образом:

- ◆ с изъятием воды и с ее возвратом;

- ◆ с изъятием воды без ее возврата;

- ◆ без изъятия воды.

По характеру воздействия на поверхностные воды выделяют:

- ◆ водопользование с воздействием на количественные характеристики поверхностных вод. Включает водопользования, оказывающие прежде всего воздействие на объем речного стока. Мерой оценки воздействия может служить безвозвратное водопотребление для бассейна или участка водного объекта, определяемое как разность между объемом воды, забираемой для использования в пределах рассматриваемого бассейна или участка и объемом сточных и других вод, отводимых в речную сеть данного бассейна или участка за рассматриваемый период времени;

- ◆ водопользование с воздействием на качество воды поверхностных вод. Данный вид охватывает водопользования, оказывающие воздействие на общезначимые, химические, биологические, микробиологические или радиационные показатели качества поверхностных вод. Мерой оценки такого воздействия для участка бассейна водного объекта может рассматриваться изменение соответствующих показателей во входном и замыкающих створах данного участка за рассматриваемый период времени;

- ◆ водопользование с воздействием на количественные и качественные характеристики поверхностных вод. Включает все виды водопользования, оказывающие воздействие на объем речного стока и на общезначимые, химические, биологические, микробиологические или радиационные показатели качества поверхностных вод.

По степени воздействия на поверхностные воды водопользование подразделяется на три категории опасности (табл. 2.8).

Таблица 2.8. Граничные условия для деления водопользователей на категории опасности по степени воздействия на поверхностные воды (СТБ 17.06.02-01-2009)

Категория опасности водопользователей	Категория III	Категория II	Категория I
Число условных баллов	От 1 до 4	От 4 до 7	От 7 до 10

Воздействие водопользований на поверхностные воды оценивается в зависимости от следующих критериев:

- ◆ количественного и качественного состава загрязняющих веществ, отводимых с производственной площадки водопользователя;
- ◆ максимальной кратности превышения значений фактической средней концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, отводимых с производственной площадки водопользователя, по отношению к значениям предельно допустимой концентрации соответствующих загрязняющих веществ в воде рыбохозяйственных водных объектов;
- ◆ размещения водопользователя в водоохранной зоне водного объекта.

Число условных баллов для определения категории опасности водопользований рассчитывается в соответствии с СТБ 17.06.02-2009.

Основным условием водопользования, учитывая состояние всех имеющихся мировых и региональных ресурсов гидросферы, является его рациональность.

В нашей стране рациональное природопользование является обязательным требованием НСУР-2030, Водного кодекса Республики Беларусь, иных законодательных и нормативных технических актов в области охраны окружающей среды и ведения экономической деятельности.

2.2.2. Водопотребление и водоотведение

Водопотребление – использование воды населением и объектами хозяйствования с изъятием ее из источника водоснабжения безвозвратно или с последующим частичным или полным возвратом в водоем или водоток.

Водоснабжение – подача поверхностных или подземных вод водопотребителям в требуемом количестве и в соответствии с целевыми показателями качества воды в водных объектах.

Инженерные сооружения, предназначенные для решения задач водоснабжения, называются *системой водоснабжения* или *водопроводом*.

Наибольшее количество воды потребляется населенными пунктами и урбанизированными территориями.

Системы водоснабжения населенных пунктов базируются, как правило, на оборудованных водозаборных сооружениях (скважинах, каптированных родниках, кяризах, а иногда и колодцах) и могут быть классифицированы по ряду признаков.

По виду обслуживаемого объекта системы водоснабжения населенных пунктов бывают *коммунального, промышленного, сельскохозяйственного, рекреационного, железнодорожного, аэродромного водоснабжения* и *полевого водообеспечения*.

По целевому назначению различают:

- ◆ *хозяйственно-питьевые* (хозяйственные) системы водоснабжения, подающие воду для хозяйственных, санитарно-гигиенических и питьевых нужд;

- ◆ *производственные* (технические) системы водоснабжения для обеспечения технологических процессов производств, работы агрегатов и оборудования;

- ◆ *противопожарные* системы водоснабжения для обеспечения тушения возникающих пожаров.

В зависимости от размеров населенных мест, а также количества потребляемой ими воды системы водоснабжения могут быть *объединенными* или *раздельными*.

В населенных пунктах, где расходы воды невелики, по экономическим соображениям, как правило, устраиваются объединенные системы хозяйственного, технического и противопожарного водоснабжения.

Взаимное расположение и увязка водопроводных сооружений образуют схему системы водоснабжения, или водопровода. По виду источника воды системы водоснабжения населенных пунктов подразделяются на системы с поверхностным и подземным источником.

В системе водоснабжения, базирующейся на *поверхностном источнике*, первым по ходу движения воды устройством является водозабор (водоприемник), который обеспечивает надежный забор из источника требуемого количества воды.

Далее вода насосами станции первого подъема подается на очистные сооружения, где осуществляется обработка воды с доведением ее до требуемого качества. Из очистных сооружений вода, как правило, самотеком поступает в резервуары чистой воды, которые обеспечивают ее хранение, а также позволяют регулировать режимы ее дальнейшего продвижения по сети и забор насосной станцией второго подъема. Часто в этих же резервуарах хранятся и противопожарные запасы воды. Насосная станция второго подъема забирает воду из резервуаров и подает ее по водопроводной сети к потребителям и в водонапорную башню (пневматическую установку).

Транспортирование воды от насосной станции второго подъема до водопроводной сети объекта и водонапорной башни осуществляется по водопроводу. Водопровод по условиям надежности прокладывается не менее чем в две линии (водоводы).

Основными недостатками системы водоснабжения с поверхностным источником воды являются:

- ◆ повышенная строительная и эксплуатационная стоимость ввиду большого количества инженерных сооружений;

- ◆ уязвимость при воздействии средств разрушения;

- ◆ необходимость проведения мероприятий по защите отдельных элементов;

- ◆ возможность заражения источника воды при применении оружия массового поражения, техногенных и природных катастрофах, авариях и пр.

Этих недостатков, как правило, лишена система водоснабжения населенного пункта, базирующаяся на *подземном источнике*. Схема водоснабжения с подземным источником воды значительно проще и, если качество воды в источнике отвечает предъявляемым требованиям, может не включать очистные сооружения.

В эту схему входят: подземный источник воды (скважина, шахтный колодец и т. п.), насосная станция первого подъема, резервуары для запасов воды, насосная станция второго подъема, водонапорная башня (нагорный резервуар, пневматическая установка), водоводы и водопроводная сеть.

Насосы первого и второго подъемов могут размещаться в одном или разных помещениях (совмещенная насосная станция). В отдельных случаях в небольших поселениях схема водопровода с подземным источником воды может быть еще более упрощена.

Вода из источника может подаваться непосредственно в водонапорную башню (нагорный резервуар, пневматическую установку) и через разводящую водопроводную сеть – к потребителям. Если качество подземной воды не удовлетворяет требованиям потребителей, схема системы водоснабжения дополняется устройством очистных сооружений или установок для обработки воды.

По сравнению с водопроводом, базирующимся на поверхностном источнике воды, система водоснабжения с подземным источником обладает рядом достоинств:

- ♦ повышенной надежностью ввиду рассредоточения и соответственно большей защищенности водозаборных сооружений (скважин, шахтных колодцев и т. п.);

- ♦ возможностью дублирования основного источника воды, так как водозаборные скважины или группы скважин могут быть устроены с эксплуатацией различных водоносных пластов;

- ♦ меньшей вероятностью заражения источника воды в условиях разрушения потенциально-опасных объектов;

- ♦ меньшей строительной и эксплуатационной стоимостью (при отсутствии сооружений для обработки воды);

- ♦ возможностью сокращения строительных площадей путем объединения в одном здании нескольких элементов, например скважины и насосной станции второго подъема.

В схеме системы водоснабжения с подземным источником воды можно обойтись и без водонапорной башни. В этом случае подача воды в водопроводную сеть будет регулироваться путем включения в работу различного количества насосов насосной станции второго подъема.

По способу подачи воды системы водоснабжения могут быть *напорными* и *самотечными*. Все рассмотренные выше системы являются напорными: вода в них подается насосами с необходимым напором.

Если источник воды находится выше объекта (потребителя) с превышением, достаточным для создания необходимого напора в водопроводной сети, применяется самотечная схема водоснабжения.

Из источника воды (родника) вода подается в водопроводную сеть через нагорный резервуар, который выполняет одновременно функции резервуара чистой воды и регулирующей емкости. Здесь же при необходимости может проводиться хлорирование воды. Если напор в сети слишком большой, то его снижают с помощью разгрузочных колодцев.

Достоинства схемы самотечного водопровода – простота устройства и в связи с этим невысокая стоимость строительства, простота и дешевизна эксплуатации.

В нашей стране основными водопотребителями являются жилищно-коммунальное хозяйство и промышленность, причем на хозяйственно-бытовые нужды расходуется основная масса забираемой воды.

Суммарный объем забора поверхностных и подземных вод по данным Водного кадастра Республики Беларусь составляет более 1,6 млрд м³ (из поверхностных источников – более 0,7 млрд м³, а из подземных – 0,9 млрд м³).

Всеми отраслями экономики Беларуси используется более 1,4 млрд м³ свежей воды. При этом на хозяйственно-питьевые нужды расходуется 34 % от общего количества использованной воды, а на производственные – 30 %. Удельное водопотребление в целом для страны в 2012 г. составило 392 л/сут/чел., при этом на хозяйственно-питьевые нужды было использовано в среднем 143 л/сут/чел. (от 137 л/сут/чел. в Могилеве до 172 л/сут/чел. в Гродно). Самое высокое удельное водопотребление отмечалось в Минске (184 л/сут/чел.).

Система водоснабжения поселения (водопровод) – это комплекс инженерных сооружений, расположенных в определенном порядке по ходу подачи (течения) воды и предна-

значенных для обеспечения потребителей необходимым количеством воды требуемого качества.

Система водоснабжения должна обеспечить прием воды из источника, ее очистку в случае необходимости и передачу потребителю. С этой целью в систему водоснабжения входят: водоприемные сооружения, насосные станции, сооружения для очистки и обработки воды, резервуары и водонапорные башни, водоводы и водораспределительные сети.

Расход воды в населенных пунктах не является постоянным, он меняется по сезонам года и в течение суток. Для обеспечения водопотребителей используются специальная система водоснабжения.

Так, например, на территории Минска, являющегося крупнейшим водопотребителем, расположены четыре водозабора (Новинки, Петровщина, Зеленовка и Дrajня). Остальные находятся за пределами городской черты. В настоящее время для обеспечения водой Минска действуют около 400 скважин, откачивающих воду с глубины от 30 до 120 м. Кроме того, предприятиями и организациями города эксплуатируется 65 ведомственных водозаборов.

В общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения Минска подземные воды преобладают над поверхностными: водоотбор из подземных источников с утвержденными запасами составляет в среднем около 500 тыс. м³/сут, из Вилейско-Минской системы – около 200 тыс. м³/сут. Вместе с тем общие разведанные и утвержденные запасы пресных подземных вод в районе Минска достигают 1007 тыс. м³/сут (в том числе на водозаборах – 786 тыс. м³/сут), т. е. вполне могут полностью обеспечить потребности города в питьевой воде. Разработана соответствующая программа развития водоснабжения Минска и его городов-спутников, предусматривающая до 2030 г. полностью обеспечивать питьевое водоснабжение за счет подземных источников.

По способу доставки и распределения воды системы подразделяются на *централизованные, децентрализованные и комбинированные*.

Централизованное водоснабжение предназначено для удовлетворения потребностей в воде от ее забора из источника до потребителя через распределительную систему трубопроводов. Децентрализованное водоснабжение предназначено для удовлетворения потребностей в воде без транспортировки по трубам. Децентрализованное водоснабжение является дополнением к централизованным системам водоснабжения городов и предлагает альтернативный источник качественной питьевой воды, что повышает устойчивость системы жизнеобеспечения в кризисных ситуациях.

Чаще всего в населенных пунктах организовывается централизованная система водоснабжения, которая в зависимости от местных условий и экономической целесообразности может быть *раздельной* (с собственным источником воды для каждой из функциональных зон), *объединенной* (с общим для двух или нескольких функциональных зон источником водоснабжения) или *комбинированной*.

Децентрализованные (местные) системы водоснабжения строятся для отдельных удаленных локальных потребителей (частные подворья, фермы и фермерские хозяйства, автомобильные заправочные станции (АЗС), кэмпинги и т. д.) или группы зданий, а также для поселков, намеченных к отселению.

Потребность человека в питьевой воде не превышает 10 л/сут, что составляет менее 5 % от общего объема воды, приходящегося на одного городского жителя при централизованном водоснабжении. Качественная питьевая вода в таком количестве может быть предоставлена горожанам из подземных источников в виде бутилированной и пакетированной экологически чистой воды, организации водозаборных пунктов в жилых кварталах на базе специальных артезианских скважин, подвоза воды специальным автотранспортом и т. п.

Скважинные водозаборы оборудуются погружными насосами и накопительными резервуарами. Вокруг скважин устраиваются зоны санитарной охраны (ЗСО) и удобные для населения подходы к водоразборным пунктам, которые должны находиться за пределами зоны строгого режима.

2.2.2.1. Требования к качеству воды и водоподготовка

Согласно Водному кодексу Республики Беларусь *качество воды* представляет собой характеристику состава и свойств воды, определяющую ее пригодность для конкретного вида водопользования. Поскольку не существует единого показателя, который характеризовал бы весь комплекс характеристик воды, оценка качества воды ведется на основе системы показателей.

Показатели качества воды делятся на общие (физические, бактериологические, гидробиологические и химические) и специфические (химические).

Общие показатели характерны для любых водных объектов. Использование *специфических показателей* (химические) обусловлено местными природными условиями, а также особенностями антропогенного воздействия на водный объект.

К основным **физическим** показателям качества воды относятся температура, запах, прозрачность, цветность, содержание взвешенных веществ.

Температура. В водных объектах температура является результатом одновременного воздействия солнечной радиации, теплообмена с атмосферой, переноса теплоты течениями, перемешивания водных масс и поступления подогретых вод из внешних источников. Температура влияет практически на все процессы, от которых зависят состав и свойства воды.

Запах. Запах воды создается специфическими веществами, поступающими в воду в результате жизнедеятельности гидробионтов, разложения органических веществ, химического взаимодействия содержащихся в воде компонентов и поступления их из внешних источников. Запах воды измеряется в баллах.

Прозрачность. Прозрачность определяет протекание биохимических процессов, требующих освещенности (первичное продуцирование, фотолиз). Она зависит от степени рассеивания солнечного света в воде веществами органического и минерального происхождения, находящимися в воде во взвешенном или коллоидном состоянии и измеряется в сантиметрах.

Цветность. Цветность воды обуславливается содержанием органических окрашенных соединений и измеряется в градусах. Вещества, определяющие окраску воды, поступают в воду вследствие выветривания горных пород, внутриводоемных продукционных процессов, с подземным стоком, из антропогенных источников и др. Высокая цветность снижает органолептические свойства воды, уменьшает содержание растворенного кислорода.

Содержание взвешенных веществ. Источниками взвешенных веществ могут быть процессы эрозии почв и горных пород, взмучивание донных отложений, продукты метаболизма и разложения гидробионтов, продукты химических реакций и антропогенные источники. Взвешенные вещества влияют на глубину проникновения солнечного света, ухудшают жизнедеятельность гидробионтов, приводят к заиливанию водных объектов, вызывая их экологическое старение (эвтрофирование). Содержание взвешенных веществ измеряется в г/м³ (мг/дм³).

Бактериологические показатели характеризуют загрязненность воды патогенными микроорганизмами. К числу важнейших бактериологических показателей относят:

- ◆ коли-индекс – количество кишечных палочек в 1 л воды;
- ◆ коли-титр – количество воды в 1 мл, в котором может быть обнаружена одна кишечная палочка;

◆ численность лактозоположительных кишечных палочек.

Гидробиологические показатели дают возможность оценить качество воды по состоянию животного мира и растительности водоемов. Изменение видового состава водных экосистем может происходить при столь слабом загрязнении водных объектов, которое не обнаруживается никакими другими методами. Поэтому гидробиологические показатели являются наиболее чувствительными. Существует несколько подходов к гидробиологической оценке качества воды.

Качество воды оценивается по уровню сапробности. Сапробность – это степень насыщения воды органическими веществами. Каждому уровню сапробности соответствует свой набор индикаторных организмов-сапробионтов. В соответствии с этим подходом водные объекты (или их участки) в зависимости от содержания органических веществ делятся на полисапробные, α -мезосапробные, β -мезосапробные и олигосапробные. Наиболее загрязненными являются полисапробные водные объекты. На основе индикаторной значимости организмов и их количества вычисляют индекс сапробности, по которому определяется уровень сапробности.

Качество воды оценивается также **по видовому разнообразию организмов**. С увеличением степени загрязненности водных объектов видовое разнообразие, как правило, снижается. Оценку видового разнообразия осуществляют на основе индексов разнообразия.

Качество воды по **функциональным характеристикам водного объекта** определяется по величине первичной продукции, интенсивности деструкции и некоторым другим показателям.

К **химическим** показателям относятся общие и специфические.

Общие химические показатели: содержание растворенного кислорода, химическое потребление кислорода, биохимическое потребление кислорода, водородный показатель, содержание азота, фосфора и других веществ.

Растворенный кислород. Основными источниками поступления кислорода в водные объекты является газообмен с атмосферой (атмосферная реэрация), фотосинтез, а также дождевые и талые воды, которые, как правило, перенасыщены кислородом. Окислительные реакции являются основными источниками энергии для большинства гидробионтов. Растворенный в воде кислород в основном используется на окисление органического вещества и процессы дыхания гидробионтов. Низкое содержание растворенного кислорода (анаэробные условия) сказывается на всем комплексе биохимических и экологических процессов в водном объекте.

Химическое потребление кислорода (ХПК). Определяется как количество кислорода, необходимого для химического окисления содержащихся в единице объема воды органических и минеральных веществ.

Биохимическое потребление кислорода (БПК). Определяется как количество кислорода, затрачиваемое на биохимическое окисление содержащихся в единице объема воды органических веществ за определенный период времени. БПК служит оценкой общего загрязнения воды легкоокисляемыми органическими веществами.

Водородный показатель. От величины рН зависит скорость развития водных растений, характер протекания продукционных процессов и др. В природных водах концентрация ионов водорода зависит главным образом от соотношения концентрации угольной кислоты и ее ионов. Источниками содержания ионов водорода в воде являются также гуминовые кислоты, присутствующие в кислых почвах и особенно в болотных водах, гидролиз солей тяжелых металлов и др.

Азот. Может находиться в природных водах в виде свободных молекул N_2 и разнообразных соединений в растворенном, коллоидном или взвешенном состоянии. В общем азоте природных вод принято выделять органическую и минеральную формы. Основными источ-

никами поступления азота являются внутриводоемные процессы, газообмен с атмосферой, атмосферные осадки и антропогенные источники. Различные формы азота могут переходить одна в другую в процессе круговорота азота. Высокое содержание азота ускоряет процессы эвтрофирования водных объектов.

Фосфор. В свободном состоянии в естественных условиях фосфор не встречается. В природных водах фосфор находится в виде органических и неорганических соединений. Основная его масса находится во взвешенном состоянии. Соединения фосфора поступают в воду в результате внутриводоемных процессов, выветривания и растворения горных пород, обмена с донными отложениями и из антропогенных источников. На содержание различных форм фосфора оказывают влияние процессы его круговорота. В отличие от азота круговорот фосфора несбалансирован, что определяет его более низкое содержание в воде. Поэтому фосфор часто оказывается тем биогенным элементом, содержание которого определяет характер продукционных процессов в водных объектах.

Минеральный состав. Определяется по суммарному содержанию главных ионов: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Как высокие, так и чрезмерно низкие показатели минерализации воды являются неблагоприятными для здоровья человека и развития гидробионтов.

К наиболее часто встречающимся *специфическим химическим показателям* качества воды относят содержание фенолов, нефтепродуктов, пестицидов и др.

Фенолы. Поступают в воду из антропогенных источников, за счет метаболизма гидробионтов и биохимической трансформации органических веществ (гуминовые вещества, образующиеся в почвах и торфяниках). Фенолы оказывают токсическое воздействие на гидробионты и ухудшают органолептические свойства воды.

Нефтепродукты. Топлива, масла, битумы и некоторые другие вещества представляют собой смесь углеводородов различных классов. Источниками поступления нефтепродуктов являются утечки при их добыче, переработке и транспортировке, а также сточные (в том числе ливневые) воды. Входящие в состав нефтепродуктов углеводороды оказывают токсическое и в некоторой степени наркотическое воздействие на живые организмы, поражая их сердечно-сосудистую и нервную системы.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ). К таким веществам относят органические вещества, обладающие резко выраженной способностью к адсорбции на поверхности раздела фаз «воздух – жидкость». В подавляющем большинстве попадающие в воду ПАВ являются синтетическими поверхностно-активными веществами (СПАВ). Они оказывают токсическое воздействие на гидробионты и человека, ухудшают газообмен водного объекта с атмосферой, снижают интенсивность внутриводоемных процессов, ухудшают органолептические свойства воды. СПАВ относятся к медленно разлагающимся веществам.

Пестициды. Объединяют большую группу искусственных хлорорганических и фосфорорганических веществ, применяемых для борьбы с сорняками, насекомыми, грызунами и др. Основными источниками их поступления в воду является поверхностный и дренажный сток с сельскохозяйственных территорий. Пестициды обладают токсическим, мутагенным и кумулятивным действием и разрушаются очень медленно.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.