

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Под редакцией доктора сельскохозяйственных наук
И. П. Козловской

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов учреждений
высшего образования, обучающихся по группе специальностей
74 06 Агроинженерия и специальности 1-36 12 01 Проектирование
и производство сельскохозяйственной техники*

Минск
БГАТУ
2018

УДК 681.51(07)
ББК 32.966я7
О59

Авторы:

доктор сельскохозяйственных наук, доцент *И. П. Козловская*
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. А. Близнюк*,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. М. Дайнеко*,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *М. Н. Берёзко*,
кандидат биологических наук *Н. Н. Вечер*

Рецензенты:

кафедра сельскохозяйственной биотехнологии и экологии
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
(доцент кафедры кандидат биологических наук *Т. В. Никонович*);
доцент кафедры общей биологии и ботаники
УО «Белорусский государственный педагогический
университет им. М. Танка» *В. В. Маврищев*

Основы экологии : учебное пособие / И. П. Козловская,
О59 Н. А. Близнюк, Т. М. Дайнеко [и др.] // Под ред. И. П. Козловской. –
Минск : БГАТУ, 2018. – 268 с.
ISBN 978-985-519-911-4.

В пособии изложен теоретический материал, изучение которого позволит сформировать знания и умения, необходимые для ведения устойчивого и экологически безопасного агропромышленного производства. Особое внимание уделено воздействию сельскохозяйственной техники на окружающую среду, химизации интенсивного сельскохозяйственного производства, глобальным и региональным экологическим проблемам и путям их решения.

Предназначено для студентов учреждений высшего образования группы специальностей 74 06 Агроинженерия и специальности 1-36 12 01 Проектирование и производство сельскохозяйственной техники.

УДК 681.51(07)
ББК 32.966я7

ISBN 978-985-519-911-4

© БГАТУ, 2018

Содержание

Предисловие.....	6
1 Экология как наука. Особенности взаимодействия общества и природной среды (Козловская И. П.).....	7
1.1 Экология как теоретическая основа рационального природопользования и охраны окружающей среды.....	7
1.2 Понятие о среде обитания организмов. Экологические факторы, их классификация, влияние на организм.....	14
1.3 Популяции и биоценозы. Пищевые цепи.....	21
1.4 Понятие об окружающей среде. Учение В. И. Вернадского о биосфере.....	27
1.5 Основные законы экологии.....	29
1.6 Этапы взаимодействия человеческого общества и окружающей среды. Загрязнение окружающей среды....	32
2. Природные условия и природные ресурсы. Принципы и методы рационального природопользования....	39
2.1 Природные условия и природные ресурсы: характеристика, классификация, роль в развитии и размещении производительных сил (Козловская И. П.)....	39
2.2 Атмосфера: строение, состав, источники и виды загрязнения, защита от загрязнения (Близнюк Н. А.).....	47
2.3 Гидросфера, её значение, структура, источники и виды загрязнения. Водные ресурсы, их охрана и рациональное использование (Близнюк Н. А.).....	56
2.4 Растительные ресурсы: значение, функции, современное состояние. Рациональное использование и охрана лесных ресурсов (Близнюк Н. А.).....	65
2.5 Животный мир планеты и Республики Беларусь (Близнюк Н. А.).....	70
2.6 Биологическое разнообразие, его экологическое и экономическое значение. Особо охраняемые природные территории Республики Беларусь (Близнюк Н. А.).....	74
2.7 Земельные ресурсы как национальное богатство. Земельные ресурсы РБ, их структура и оценка. Государственный земельный кадастр (Козловская И. П.).....	79

3. Правовое регулирование экологических отношений в Республике Беларусь. Мониторинг окружающей среды. Основы экологического нормирования (Берёзко М. Н.).....	101
3.1 Государственная система управления природоохранной деятельностью в Республике Беларусь.....	101
3.2 Законодательство Республики Беларусь в области охраны окружающей среды и природопользования.....	107
3.3 Мониторинг окружающей среды, его цель и задачи. Виды мониторинга. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь и её структура.....	116
3.4 Кадастр природных ресурсов.....	122
3.5 Основы экологического нормирования.....	124
3.6 Экологический аудит. Экологическая паспортизация объектов и технологий.....	128
4. Современные экологические проблемы, их классификация и характеристика, пути преодоления. Международное сотрудничество в области природопользования и охраны окружающей среды. Концепция устойчивого развития общества (Вечер Н. Н.)....	139
4.1 Экологический кризис и экологические проблемы современности.....	139
4.2 Глобальные экологические проблемы современности..	143
4.3 Региональные экологические проблемы.....	157
4.4 Международное сотрудничество в природоохранной деятельности.....	163
4.5 Концепция устойчивого развития общества.....	169
5. Экологические проблемы ведения сельскохозяйственного производства.....	174
5.1 Агроэкология как наука. Классификация экосистем по источникам и уровню поступления энергии (Козловская И. П.).....	174
5.2 Агроэкосистемы: схема функционирования, потоки веществ и энергии, классификация (Козловская И. П.).....	177
5.3 Экологизация сельскохозяйственного производства. Биоорганическое (альтернативное) земледелие и его особенности (Козловская И. П.).....	184
5.4 Экологические проблемы земледелия (Дайнеко Т. М.)...	190

5.5 Экологические последствия внесения минеральных удобрений и пути их устранения (Дайнеко Т. М.).....	195
5.6 Экологические проблемы защиты растений. Мероприятия по защите человека и объектов окружающей среды от вредного воздействия ядохимикатов (Дайнеко Т. М.).....	203
5.7 Экологические проблемы механизации сельскохозяйственного производства (Дайнеко Т. М.).....	216
5.8 Экологические проблемы животноводства (Дайнеко Т. М.).....	223
5.9 Экологические последствия осушительной мелиорации в Республике Беларусь (Дайнеко Т. М.).....	233
5.10 Экологические проблемы энергетики (Дайнеко Т. М.).....	238
5.10.1 Энергетика как источник загрязнения в сельском хозяйстве.....	238
5.10.2 Экологические последствия аварии на ЧАЭС в Беларуси и ведение сельскохозяйственного производства на загрязнённых радионуклидами землях.....	249
5.11 Проблема качества сельскохозяйственной продукции (Дайнеко Т. М.).....	257
Список использованной литературы.....	263

ПРЕДИСЛОВИЕ

Стратегия развития национальной экономики Республики Беларусь на период 2005–2020 гг. базируется на создании высокотехнологичных и эффективных производств, предусматривает динамичное повышение благосостояния, обогащение культуры и нравственности народа на основе интеллектуально-инновационного развития экономической, социальной и духовной сфер, сохранения окружающей среды для нынешних и будущих поколений.

Создание конкурентоспособной, инновационной, высокотехнологичной, ресурсо- и энергосберегающей экономики предполагает формирование такого экономического механизма, который обеспечит эффективное использование природных ресурсов при сохранении целостности природных комплексов. Приоритетом является создание экологически комфортной и безопасной среды проживания населения, создание экономических стимулов для применения современных инновационных технологий в сфере природопользования.

Реализация концепции устойчивого развития государства, преобразования, происходящие в экономике, требуют повышения экологического образования молодёжи, и особенно студентов как будущих специалистов, от которых будет зависеть сохранение окружающей среды, обеспечение экологической безопасности и экономической эффективности производства. Неотъемлемой частью образовательного процесса в аграрных вузах должно стать формирование экологического мышления, которое позволит специалисту с высшим образованием анализировать причины и последствия загрязнения окружающей среды при ведении сельскохозяйственного производства, грамотно оценивать экологическую обстановку, состояние агроценозов и разрабатывать систему мер по их оздоровлению, осознанно подходить к выбору технологий, обеспечивающих наряду с экологической безопасностью производства получение высококачественной продукции.

Учебное пособие подготовлено в соответствии с учебной программой по курсу «Основы экологии» для студентов учреждений высшего сельскохозяйственного образования, содержит теоретический материал, необходимый для успешного изучения дисциплины, и отражает опыт чтения лекций и проведения практических занятий.

При написании данного учебно-методического пособия авторы опирались на работы таких специалистов в области экологии, как В. В. Маврищев, О. С. Шимова, Н. К. Соколовский и другие.

1. ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА. ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

1.1 Экология как теоретическая основа рационального природопользования и охраны окружающей среды

Экология (от др.- греч. οἶκος – обиталище, жилище, дом, имущество и λόγος – понятие, учение, наука) – наука о взаимодействиях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой.

Впервые термин «экология» как название раздела биологии ввёл немецкий биолог, профессор Йенского университета Эрнст Геккель в 1866 году в книге «Общая морфология организмов» («Generelle Morphologie der Organismen»). Однако проведение экологических исследований было начато задолго до появления этого термина. Экологические знания формировались и накапливались в рамках таких наук как биология, география, химия, физика. В истории развития экологии можно выделить три основных этапа (рис. 1.1).

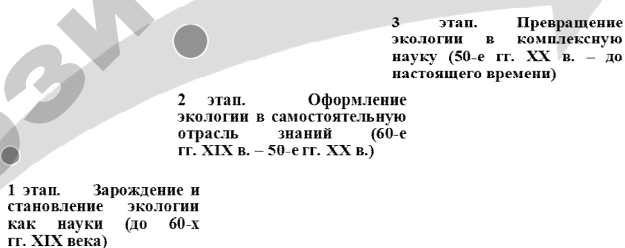


Рис. 1.1. Этапы развития экологии

1 этап. Накапливались данные о взаимосвязи организмов со средой их обитания, делались первые научные обобщения. В трудах древнегреческих учёных рассматривались вопросы строения живых организмов, значение среды обитания в их жизни.

Например, в работе «История животных» Аристотель (384–322 гг. до н. э.) рассматривал такие вопросы как приуроченность организмов к местам обитания, одиночная или стайная жизнь, различия в питании. Его ученик Теофраст (372–287 гг. до н. э.) отмечал зависимость растительного покрова от климата и почв.

В средние века интерес к изучению природы ослабевает, заменяясь господством схоластики и богословием. Связь строения организмов с условиями среды толковалась как воплощение воли бога. Людей сжигали на кострах не только за идеи развития природы, но и за чтение книг древних философов. В этот период, затянувшийся на целое тысячелетие, только единичные труды содержат факты научного значения. Большинство сведений этого периода имеют прикладной характер, опираются на описание целебных трав (Разес, 850–923; Авиценна, 980–1037), культивируемых растений и животных, на знакомство с природой далёких стран (Марко Поло, XIII в., Афанасий Никитин, XV в.).

Началом новых веяний в науке в период позднего средневековья являются труды Альберта Великого (Альберт фон Больштедт, ок. 1193–1280). В своих книгах о растениях он придаёт большое значение условиям их местообитания, где помимо почвы важное место уделяет «солнечному теплу», рассматривая причины «зимнего сна» у растений; размножение и рост организмов ставит в неразрывную связь с их питанием.

Географические открытия в эпоху Возрождения, колонизация новых стран явились толчком к развитию биологических наук. Накопление и описание фактического материала – характерная черта естествознания этого периода. Однако несмотря на то, что в суждениях о природе господствовали метафизические представления, в трудах многих естествоиспытателей имели место явные свидетельства экологических знаний. Они выражались в накоплении фактов разнообразия живых организмов, их распространении, в выявлении особенностей строения растений и животных, живущих в условиях той или иной среды. Сведения о поведении, повадках, образе жизни животных, сопровождавшие описание их строения, называли «историей» жизни животных.

Становлению научного мировоззрения способствовала Эпоха Возрождения. Ей соответствует период: конец XIII в. – XVI в.

В XVII–XVIII вв. в работах, посвящённых отдельным группам живых организмов, экологические сведения зачастую составляли значительную часть, например, в трудах А. Реомюра о жизни насекомых (1734), Л. Трамбле о гидрах и мшанках (1744), а также в описаниях путешествий натуралистами.

В конце первого этапа большой вклад в формирование экологических знаний внесли следующие выдающиеся учёные:

Карл Линней (1707–1778) – шведский естествоиспытатель, сторонник креационистской концепции в биологии, согласно которой многообразие форм органического мира есть результат их сотворения.

Жан Батист Ламарк (1744–1829) – французский учёный, автор первого эволюционного учения. Считал, что важнейшей причиной приспособительных изменений организмов, эволюции растений и животных является влияние внешних условий среды. Само живое, по Ламарку, возникло из неживого по воле творца и далее развивалось на основе строгих причинных закономерностей.

Жорж Кювье (1769–1832) – французский зоолог, сформулировал теорию катастроф, смысл которой сводился к тому, что творец актом творения создаёт органический мир каждой геологической эпохи заново, этот органический мир существует недолго, гибнет в результате мировой катастрофы, после чего происходит новый акт творения. Таким образом, был найден компромисс между религиозным мышлением и накопленным научным материалом.

Ж. Б. Ламарк и Томас Мальтус (1766–1834) впервые предупреждают человечество о возможных негативных последствиях воздействия человека на природу.

2 этап. К концу XVIII в. по мере развития зоологии и ботаники у естествоиспытателей начала складываться экологическая точка зрения. Дальнейшему развитию экологического мышления способствовало появление биогеографии (начало XIX столетия).

Появились первые специальные работы, посвящённые влиянию климатических факторов на распространение и биологию животных, среди них книги немецкого зоолога К. Глогера (1833) об изменениях птиц под влиянием климата, датчанина Т. Фабера (1826) об особенностях северных птиц, К. Бергмана (1848) о географических закономерностях в изменении размеров теплокровных животных.

В 1832 году под влиянием работ О. Декандоля окружающую среду стали понимать как совокупность действующих экологических факторов. Число таких факторов по мере расширения и углубления исследований по экологии растений и животных возрастало.

Экологическое направление в зоологии лучше других было сформулировано русским учёным К. Ф. Рулье (1814–1858), который разработал широкую систему экологического исследования животных.

В 40–50-х годах XIX в. получила известность деятельность российского зоолога А.Ф. Миддендорфа (1815–1894), результаты исследований которого нашли отражение в четырёхтомном труде «Путешествие на север и восток Сибири» (1859–1875), обогатившем науку новыми данными о природе северной Азии. Он впервые установил понятие границы леса, отметил основные закономерности в очертании полярной границы лесов.

Таким образом, учёные начала XIX в. анализировали закономерности взаимосвязи между организмами и средой, явления приспособляемости.

Дальнейшее развитие науки экологии произошло на базе эволюционного учения Ч. Дарвина (1809–1882). Он по праву является одним из пионеров экологии. В книге «Происхождение видов» (1859) им показано, что «борьба за существование» – большая самостоятельная область исследований.

Победа эволюционного учения в биологии предопределила дальнейшее увеличение числа и глубины работ по экологическим проблемам. В этот период завершилось отделение экологии от других наук. Экология, родившись в недрах биогеографии, в конце XIX в. благодаря учению Дарвина превратилась в науку об адаптациях организмов.

Как самостоятельная наука экология окончательно сформировалась в начале XX столетия: оформились экологические школы гидробиологов, фитоценологов, ботаников и зоологов, в каждой из которых развивались определённые стороны экологической науки. В это время американские ученые В. Шелфорд и Ч. Адамс публикуют важные обобщения по экологии животных. Русский учёный-естествоиспытатель В. В. Докучаев (1846–1903) считается одним из основоположников экологии. В частности, он исследовал особенности почвообразования.

К 30-м гг. XX столетия определились основные теоретические представления в области биоценологии: о границах и структуре биоценозов, степени устойчивости, возможности саморегуляции этих систем. Углублялись исследования типов взаимосвязей организмов,

лежащих в основе существования биоценозов. Проблему взаимодействия живых организмов с неживой природой подробно разработал В. И. Вернадский (1863–1945) в 1926 году, подготовив условия для понятия единого целого биологических организмов с физической средой их обитания.

В этот период оформилась новая область экологической науки – популяционная экология, на развитие которой оказали влияние английский учёный Ч. Элтон, русские учёные С. А. Северцов, Е. Н. Синская, И. Г. Серебряков, М. С. Гиляров, Н. П. Наумов, Г. А. Викторова, Т. А. Работнова, А. А. Уранова и другие.

Английский учёный А. Тенсли в 1935 году в работе «Правильное и неправильное использование концепций и терминов в экологии растений» ввёл в экологию термин «экологическая система».

В начале 40-х годов XX столетия Г. Гаузе (1934) провозгласил принцип конкурентного исключения, указав на важность трофических связей как основного пути для потоков энергии через природные сообщества, что явилось весомым вкладом в появление концепции экосистемы.

В. Н. Сукачёв (1880–1967) обосновал представление о биогеоценозе как единстве совокупности организмов с абиотическим окружением, о закономерностях, лежащих в основе всего сообщества и окружающей неорганической среды – о круговороте вещества и превращения энергии. Биосфера предстала как глобальная экосистема, стабильность и функционирование которой основаны на экологических законах обеспечения баланса вещества и энергии.

3 этап. Характеризуется прогрессирующим загрязнением окружающей среды и резким усилением воздействия человека на природу. Современная экология анализирует природные условия (факторы) существования живых организмов, включая человека, и их изменения под влиянием разнообразных преобразующих или разрушающих воздействий. Основным практическим результатом развития экосистемной концепции явилось осознание необходимости перестраивать экономику в соответствии с экологическими законами. Особенностью экологических исследований становится широкое использование математического моделирования процессов, протекающих в биосфере, с целью поддержания её устойчивости, а также необходимость разработки инженерных решений, направленных на улучшение качества окружающей среды. Современный период развития экологии связан с именами таких крупных ученых как Ю. Одум, Б. Небел, Н. Н. Моисеев, Н. Ф. Реймерс.

Современное значение понятия «экология» имеет достаточно широкое, и объектами исследований являются популяции живых организмов, биоценозы, экосистемы, а также вся биосфера. Предмет изучения – организация и функционирование таких систем.

Методы исследований в экологии подразделяются на полевые, экспериментальные и методы моделирования.

Полевые методы представляют собой наблюдения за функционированием организмов в их естественной среде обитания.

Экспериментальные методы включают в себя варьирование различных факторов, влияющих на организмы, по выработанной программе в стационарных лабораторных условиях.

Методы моделирования позволяют прогнозировать развитие различных процессов взаимодействия живых систем между собой и с окружающей их средой.

В связи с многогранностью предмета и методов исследований экологию целесообразно рассматривать как комплекс наук, которые изучают круговорот веществ и потоков энергии в биосфере, функциональные взаимосвязи между организмами (включая человека и человеческое общество в целом) и окружающей их средой.

К настоящему времени экология вышла за рамки собственно биологии и превратилась в междисциплинарную науку, изучающую сложнейшие проблемы взаимодействия человека с окружающей средой с ярко выраженной мировоззренческой составляющей.

Сейчас человечество уже подошло к осознанию того, что дальнейшая эксплуатация природы может угрожать его собственному существованию. Актуальность этой проблемы, вызванной обострением экологической обстановки в масштабах всей планеты, привела к необходимости учёта законов и требований экологии во всех науках и во всей человеческой деятельности.

Связь экологии с другими науками. Структура современной экологии.

Корни экологии лежат в русле биологических наук. Экологическая трактовка необходима при решении ряда задач в области ботаники, зоологии, физиологии, морфологии, систематики, биогеографии, эволюционного учения, генетики, биотехнологии, поскольку любые биологические исследования в той или иной степени изучают жизнь растений и животных в природных условиях. Как комплексная дисциплина, она тесно связана и с другими естественными и общественными науками (рис. 1.2).

Естественные	Гуманитарные	Технические	Социальные
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> биология	<input type="checkbox"/> философия	<input type="checkbox"/> охрана труда	<input type="checkbox"/> экономика
<input type="checkbox"/> география	<input type="checkbox"/> правоведение	<input type="checkbox"/> техника	<input type="checkbox"/> психология
<input type="checkbox"/> физика		<input type="checkbox"/> безопасности	
<input type="checkbox"/> химия			
<input type="checkbox"/> астрономия			
<input type="checkbox"/> медицина			
<input type="checkbox"/> эпидемиология			

Рис. 1.2. Связь экологии с другими науками

Экология вобрала в себя элементы многих наук, использует методы и приёмы физики, химии, математики и оперирования с вычислительной техникой, географии, климатологии, геологии, океанографии, экономики, социологии и психологии, обогащая их, в свою очередь, представлениями о единстве взаимосвязи живого и неживого.

Экология тесно соприкасается с ландшафтоведением – отраслью физической географии, объектами исследования которой являются сложные природные и природно-антропогенные образования. Взаимосвязь между физической географией и экологией нашла отражение в становлении геоэкологии (ландшафтной экологии, или экологии ландшафтов).

Экология связана и с природопользованием, служит научной основой рационального использования и охраны природных ресурсов. Современная экология анализирует природные условия (факторы) существования живых организмов, включая человека, и их изменения под влиянием разнообразных преобразующих или разрушающих антропогенных воздействий. Природопользование как область прикладной экологии изучает закономерности антропогенной динамики природных процессов в их сложной взаимосвязи, определяет значение этой динамики для человека, обосновывает рациональное использование природных ресурсов и разрабатывает способы сохранения и восстановления их количественных и качественных особенностей, важных для современного человека и для будущих поколений.

Современная экология как комплекс наук, рассматривающих различные стороны взаимодействия всех компонентов природы и человеческого общества (рис. 1.3).

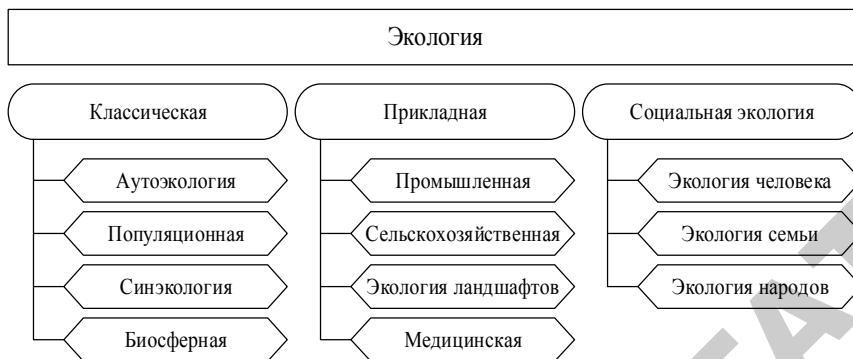


Рис. 1.3. Структура современной экологии

Аутоэкология изучает индивидуальные связи отдельного организма (виды, особи) с окружающей его средой; популяционная – экология отдельных видов; синэкология – экология сообществ; биосферная – экология биосферы в целом.

Кроме того, экология классифицируется по конкретным объектам и средам исследования, т. е. различают экологию животных, экологию растений, экологию микроорганизмов.

На стыке экологии с другими отраслями знаний продолжается развитие таких новых направлений, как инженерная экология, геоэкология, математическая экология, сельскохозяйственная экология и т. д.

1.2 Понятие о среде обитания организмов. Экологические факторы, их классификация, влияние на организм

Все живые организмы находятся в постоянном взаимодействии с окружающей средой. Об историческом единстве живых организмов и их окружения ещё в XIX в. писал выдающийся русский физиолог И. М. Сеченов: «Организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен; поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него». Под средой обитания понимают совокупность природных условий и явлений, окружающих живые организмы и оказывающих на них прямое или косвенное воздействие; пространство, в котором протекает жизнедеятельность живых организмов.

Роль среды двояка. Живые организмы получают пищу из среды, в которой обитают. Условия среды формируют структуру и численность организмов, ограничивают их распространение. Среда изменяет организмы, способствует их совершенствованию путём естественного отбора.

В свою очередь, жизнедеятельность организмов оказывает влияние на среду. Живые организмы выполняют средообразующую функцию. Например, растения выделяют кислород и тем самым поддерживают его баланс в атмосфере планеты, влияют на перераспределение влаги, свойства почвы и др.

Среда каждого организма складывается из множества элементов неорганической и органической природы и элементов, привносимых человеком и его производственной деятельностью. Одни элементы могут быть частично или полностью безразличны организму, другие – необходимы, а третьи – отрицательно влияют на организм.

Различают естественную и искусственную (созданную человеком) среду обитания. Естественные среды обитания в основном делятся на наземно-воздушную, почвенную, водную и внутриорганизменную.

Отдельные свойства и элементы среды, воздействующие на организмы, называют экологическими факторами. Экологические факторы отличаются значительной изменчивостью во времени и пространстве. Индифферентные элементы среды, например, инертные газы, экологическими факторами не являются.

Все экологические факторы можно разделить на три большие группы:

- Абиотические факторы среды – это комплекс условий неорганической среды, влияющих на организм: свет, температура, ветер, воздух, давление, влажность и т. д. Абиотические факторы подразделяют на:

- климатические: годовая сумма температур, среднегодовая температура, влажность, давление воздуха;

- эдафические (эдафогенные): гранулометрический состав почвы, воздухопроницаемость почвы, кислотность почвы, химический состав почвы;

- орографические: рельеф, высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склона;

- химические: газовый состав воздуха, солевой состав воды, концентрация, кислотность;

– физические: шум, магнитные поля, теплопроводность и теплоёмкость, радиоактивность, интенсивность солнечного излучения;

– гидрографические: плотность воды, течение, прозрачность и т. д.

Биотические факторы среды – это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. Их подразделяют на:

– фитогенные – влияние растений;

– микогенные – влияние грибов;

– зоогенные – влияние животных;

– микробиогенные – влияние микроорганизмов.

• Антропогенные факторы – это все формы деятельности человеческого общества, изменяющие природу как среду обитания живых организмов или непосредственно влияющие на их жизнь. Выделение антропогенных факторов в отдельную группу обусловлено расширением масштабов воздействия человека на живые организмы и окружающую среду от состояния условно не нарушенных экосистем до стадии полной потери биогеоценозами жизненных функций.

По характеру влияния на природную среду антропогенное воздействие может быть:

• прямое – непосредственное влияние человека на компоненты экосистемы: сбор ягод, грибов, трав, вырубка деревьев и кустарников и т. п.;

• косвенное – влияние человека через промежуточный уровень: изменение уровня грунтовых вод вследствие мелиорации; изменение температурного режима вследствие загрязнения атмосферы; радиационное загрязнение и т. п.;

• условное антропогенное – это воздействие биотических и абиотических факторов, усиленных или ослабленных воздействием человека.

По характеру воздействия на живой организм все экологические факторы подразделяют на:

– прямо действующие – непосредственно влияющие на организм;

– косвенно действующие – влияющие опосредованно, через изменение прямо действующих факторов (рельеф, экспозиция, высота над уровнем моря и др.);

– условно действующие – влияние элементов экосистемы (биогеоценоза), усиленных или ослабленных действием других экологических факторов.

Способность живых организмов существовать в определённых диапазонах значений экологических факторов называется пластичностью.

Для каждого организма существует диапазон значения фактора, при котором он будет находиться в наиболее комфортном состоянии – быстро расти, размножаться, проявлять конкурентные способности. По мере увеличения или уменьшения значения фактора относительно наиболее благоприятного, организм начинает испытывать угнетение, что проявляется в ослаблении его жизненных функций и при экстремальных значениях фактора может привести к гибели.

Если изобразить реакцию организма на изменение значений фактора графически (рис. 1.4), то получим кривую жизнедеятельности или экологическую кривую, на которой можно выделить определённые *точки* и *зоны*:

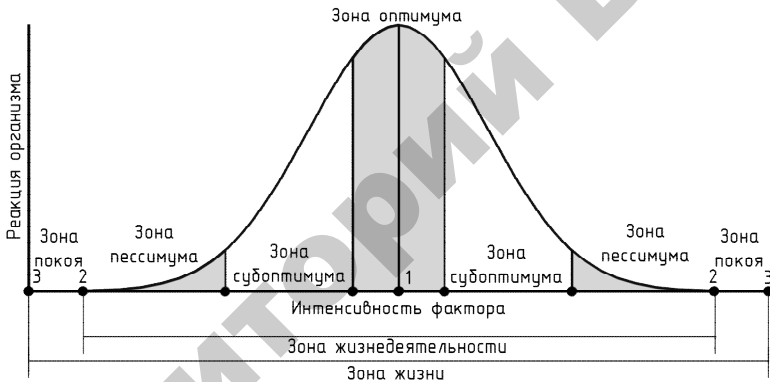


Рис. 1.4. Кривая жизнедеятельности организма

Примечание: 1 – точка оптимума; 2 – точки минимума и максимума; 3 – летальные точки

Кардинальные точки:

- точки *минимума* и *максимума* – крайние значения фактора, при которых возможна жизнедеятельность организма;
- точка *оптимума* – наиболее благоприятное значение фактора зоны;
- зона *оптимума* – ограничивает диапазон наиболее благоприятных значений фактора;

- зоны *пессимума* (верхнего и нижнего) – диапазоны значений фактора, в которых организм испытывает сильное угнетение;
- зона *жизнедеятельности* – диапазон значений фактора, в котором он активно проявляет свои жизненные функции;
- зоны *покоя* (верхнего и нижнего) – крайне неблагоприятные значения фактора, при которых организм остаётся живым, но переходит в состояние покоя;
- зона *жизни* – диапазон значений фактора, в котором организм остаётся живым.

За границами зоны жизни располагаются летальные значения фактора, при которых организм не способен существовать.

Те экологические факторы, которые ограничивают развитие организмов из-за недостатка или избытка в сравнении с оптимальными, называют лимитирующими (ограничивающими).

Таким образом, для каждого вида живых организмов существуют оптимум, стрессовые зоны и пределы устойчивости (или выносливости) в отношении каждого фактора среды обитания. При значении фактора, близкого к пределам выносливости, организм обычно может существовать непродолжительное время. Обычно где-то в средней части диапазона устойчивости имеются условия, наиболее благоприятные для жизнедеятельности, роста и размножения.

Эти условия называют оптимальными, в которых особи данного вида оказываются наиболее приспособленными, т. е. оставляют наибольшее число потомков.

Способность живых организмов выносить действие какого-либо фактора в пределах определённого диапазона характеризует их экологическую пластичность, или валентность.

Виды, способные существовать при небольших отклонениях фактора от оптимальной величины т. е. маловыносливые виды, называются экологически непластичными или стенобионтными (*stenos* – узкий); виды более выносливые, выдерживающие значительные изменения фактора – широко приспособленными или эврибионтными (*eugos* – широкий) (рис. 1.5).

Ценность видов и сортов культурных растений зависит в значительной мере от их способности в различных условиях внешней среды достигать определённого значения урожайности – экологической пластичности.

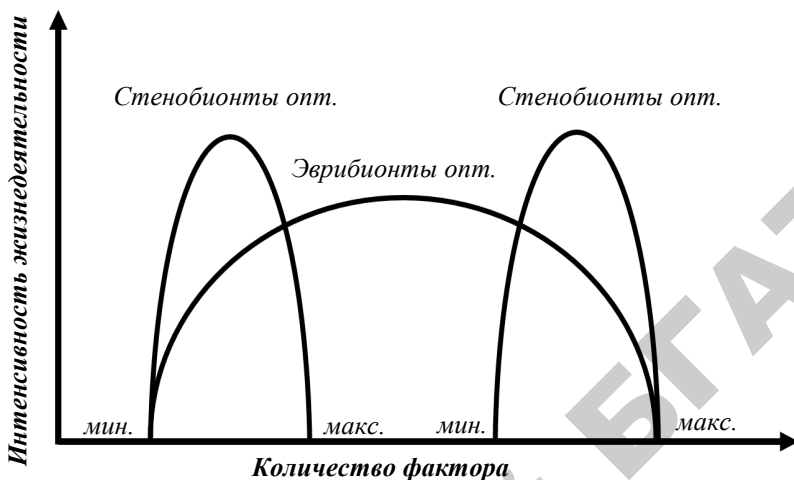


Рис. 1.5. Экологическая валентность (пластичность) видов (по Ю. Одуму)

Общеизвестна экологическая пластичность зерновых культур. Например, пластичность мягких пшениц не имеет себе равных, поэтому эта культура возделывается в различных природно-климатических условиях, на разных типах почв. Пластичность и стабильность кукурузы, её широкая норма реакции на изменение условий среды сделали эту культуру популярной у земледельцев всего мира. Однако некоторые плодовые и овощные культуры за счёт невысокой экологической пластичности имеют не только ограниченный ареал распространения, но и при их возделывании весьма существенными становятся затраты на оптимизацию условий произрастания.

Широкой экологической валентностью обладает большинство сорных растений. За счёт низкого уровня требований к факторам роста и пластичности по отношению к условиям произрастания сорняков во всем мире отмечается рост засоренности посевов культурных растений.

У живых организмов в процессе эволюции вырабатываются различные приспособления к среде обитания – адаптации.

Способность к адаптациям – одно из основных свойств жизни вообще, обеспечивающее возможность её существования, возможность организмов выживать и размножаться. Адаптации проявляются на разных уровнях – от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экологических систем.

Существуют три основных пути приспособления организмов к условиям окружающей среды: активный путь, пассивный путь и избегание неблагоприятных воздействий.

Активный путь – усиление сопротивляемости, развитие регуляторных процессов, позволяющих осуществлять все жизненные функции организма, несмотря на отклонения фактора от оптимума. Например, поддержание постоянной температуры тела у теплокровных животных (птиц и млекопитающих), оптимальной для протекания биохимических процессов в клетках.

Избегание неблагоприятных воздействий – выработка организмом таких жизненных циклов и поведения, которые позволяют избежать неблагоприятных воздействий. Например, сезонные миграции животных.

Пассивный путь – подчинение жизненных функций организма изменению факторов среды. Например, глубокое подавление обмена веществ, при котором живые организмы вообще не проявляют видимых признаков жизни. Покой может быть разным по глубине и продолжительности, многие функции организма при этом ослабевают или не выполняются совсем, так как уровень обмена веществ падает под влиянием внешних и внутренних факторов.

Полная временная остановка жизни организма, когда всякий обмен веществ прекращён, получила название анабиоза. В таком состоянии организмы становятся устойчивыми к разнообразным воздействиям: очень низким или высоким температурам, иссушению и др.

Адаптации могут быть **морфологическими**, когда меняется строение организма вплоть до образования нового вида, и **физиологическими**, когда происходят изменения в функционировании организма (зимняя спячка животных, сезонные перелёты птиц).

Весьма важными для организмов являются **поведенческие адаптации**. Например, инстинктивное поведение определяет действие насекомых и низших позвоночных: рыб, земноводных,

пресмыкающихся, птиц и др. Такое поведение генетически запрограммировано и передаётся по наследству (врождённое поведение). Сюда относится: способ построения гнезда у птиц, спаривание, выращивание потомства и др.

Одной из форм адаптации является экологическая специализация – способность вида существовать в неблагоприятных для других видов условиях. Например, солянки произрастают на засоленных почвах, хвощ полевой – на кислых, люцерна – на щелочных, то есть в условиях, крайне неблагоприятных для большинства растений.

Изменения, происходящие с организмом в пределах диапазона пластичности – норма реакции, которая и определяет степень пластичности организма.

1.3 Популяции и биоценозы. Пищевые цепи

Особи одного вида встречаются только там, где находят подходящие для жизни условия. Они образуют популяцию. Популяцией в экологии называют совокупность особей одного вида, способных к самовоспроизводству, находящихся во взаимодействии между собой и населяющих общую территорию. Слово «популяция» происходит от латинского «популюс» – народ, население. Термин введён Вильгельмом Йогансеном в 1903 году.

Часть поверхности суши или акватории, в пределах которой распространены и проходят полный цикл своего развития особи данного вида, называется ареалом (лат. *area* – площадь, пространство).

Популяции свойственна определённая организация. **Структура популяции** характеризуется составляющими её особями и их распределением в пространстве, соотношением групп по полу, возрасту, морфологическим, физиологическим, поведенческим и генетическим особенностям. Структура популяций имеет приспособительный характер, так как формируется на основе общих биологических свойств вида и популяций других видов, а также под влиянием абиотических факторов среды.

Функции популяции аналогичны функциям других биологических систем. Им свойственны рост, развитие, способность поддерживать существование в постоянно меняющихся условиях,

т. е. популяции обладают конкретными генетическими и экологическими характеристиками.

В популяциях действуют законы, позволяющие наиболее эффективно использовать ограниченные ресурсы среды, чтобы оставить потомство. Популяции многих видов обладают свойствами, позволяющими им регулировать свою численность. Поддержание оптимальной в данных условиях численности называют гомеостазом популяции.

Относительно однородное по абиотическим факторам среды жизненное пространство, заселённое живыми организмами, образует биотоп (от нем. «Biotop», термин образован сложением греческих слов *bios*='жизнь' или 'организм' и *topos*='место'). Приспособленность различных видов живых организмов к совместной жизни выражается в определённом сходстве их требований к важнейшим абиотическим условиям среды (освещённость, почвенные условия, тепловой режим и т. д.) и в отношениях друг с другом. Связь между организмами необходима для осуществления их питания, размножения, расселения, защиты и т. д.

Исторически сложившаяся совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, населяющих относительно однородное жизненное пространство (определённый участок суши или акватории) и связанных между собой окружающей их средой, образует биоценоз.

Масштабы биоценозов различны – от микросообществ (сообществ на стволе дерева, в норе или на болотной кочке) до сообществ леса, луга, озера, болота или пруда. Мелкие сообщества являются составной частью более крупных. Составными частями биоценоза являются фитоценоз (устойчивое сообщество растений), зооценоз (совокупность взаимосвязанных видов животных), микоценоз (сообщество грибов) и микробоценоз (сообщество микроорганизмов).

Благодаря обменным процессам биоценоз и окружающая его неорганическая среда (экотоп) формируют сложную систему, получившую название экосистема или биогеоценоз (рис. 1.6).

Термин экосистема впервые был предложен в 1935 г. английским экологом А. Тенсли. В современной экологии экологическая система (экосистема) – основная функциональная единица, характеризующаяся функциональным единством живых организмов и среды их обитания.

Среди огромного разнообразия взаимосвязей живых существ выделяют определённые типы отношений у живых организмов. Эти взаимосвязи называют биотическими.

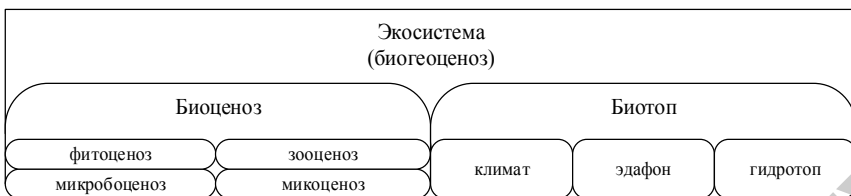


Рис. 1.6. Структура биогеоценоза

Существуют следующие основные формы биотических взаимоотношений:

– конкуренция (от лат. *Concurio* – стучаться, сталкиваться) – антагонистические взаимоотношения между организмами, видами или популяциями видов, связанные с борьбой за существование, доминирование, пищу, пространство и другие ресурсы.

Внутривидовая конкуренция возникает между представителями одного вида. Межвидовая конкуренция возникает между популяциями разных видов. Она обусловлена тем, что представители разных видов используют одни и те же ресурсы, которые обычно ограничены. Ресурсы могут быть пищевые (одни и те же виды жертв у хищников, одни виды растений для травоядных); пространственные (наличие мест для выведения потомства, убежищ для защиты от врагов) и т. п.

Виды могут конкурировать и за доминирование в экосистеме. Существует две формы конкурентных взаимоотношений: *прямая конкуренция (интерференция)* и *косвенная (эксплуатация)*.

При прямой конкуренции между популяциями видов в биоценозе эволюционно складываются антагонистические отношения (антибиоз), выражающиеся разными видами взаимного угнетения (драки, перекрытие доступа к ресурсу, аллелопатия и т. д.).

При косвенной конкуренции один из видов монополизирует ресурс или местообитание, ухудшая при этом условия существования конкурентного вида сходной экологической нишей. Так конкурируют сорняки с культурными растениями.

Конкурировать могут как близкие виды, так и представители очень далёких групп. Например, суслики в сухой степи выедают до 40 % растительного прироста и составляют пищевую конкуренцию травоядным животным. А в годы массового размножения саранчи пищи не хватает ни сусликам, ни травоядным.

– **Хищничество** – форма взаимоотношений между организмами разных видов, при которых один из них (*хищник*) питается другим (*жертва*). Хищник выступает в роли вида, стимулирующего естественный отбор, так как уничтожает больные, ослабленные, неполноценно развитые особи других видов. В свою очередь, жертвы становятся добычей сильных и активных хищников, и эта борьба взаимно противоположных начал является движущей силой эволюции, как хищников, так и их жертв;

– **паразитизм** (от греч. *parasitos* – нахлебник, дармоед) – межвидовые взаимоотношения, при которых один вид (паразит) определённое время использует другого (который называется хозяином) в качестве источника питания и среды обитания. Физиология паразита подчинена физиологии хозяина, и его жизненный цикл (само его существование или размножение) невозможно (или сильно затруднено) без получения от хозяина необходимых для него биологических ресурсов. Паразитизм встречается среди различных групп организмов: животных (простейшие, плоские черви, нематоды, кольчатые черви, моллюски, членистоногие), бактерий, грибов (мучнисторосяные, трутовики) и даже у покрытосеменных растений;

– **комменсализм** (от лат. *com* – совместно, сообща и *mensa* – стол) – форма симбиоза, при которой один из партнёров системы (комменсал) питается остатками пищи или выделениями другого (хозяина), не причиняя последнему вреда;

– **синойкия** или квартиранство (от греч. *synoikia* – совместное жилище) – совместное проживание двух организмов разных видов, полезное для одного и безразличное для другого;

– **мутуализм** (от лат. *mutuus* – взаимный) – взаимовыгодное сожительство организмов разных видов;

– **зоохория** (от греч. *zoon* – животное и *choreo* – двигаться, распространяться) – форма отношений, при которых животные способствуют распространению семян и плодов растений;

– **аллелопатия** (от греч. *allelon* – взаимно и *pathos* – страдание) – способность организмов (микроорганизмов, грибов, растений, животных) выделять химические соединения, которые тормозят или подавляют развитие других видов.

В условиях научно-технического прогресса деятельность человека преобразует природные биогеоценозы в так называемые **агро-биогеоценозы** (агроценоз), количество которых на земле быстро растёт. В агроценозах механизмы саморегулирования отсутствуют, численность видов в этих системах регулируется человеком.

Система взаимоотношений между группами организмов (растений, животных, грибов и микроорганизмов), при которых происходит перенос веществ и энергии за счёт поедания одних особей другими, называется пищевая (трофическая) цепь (рис. 1.7).

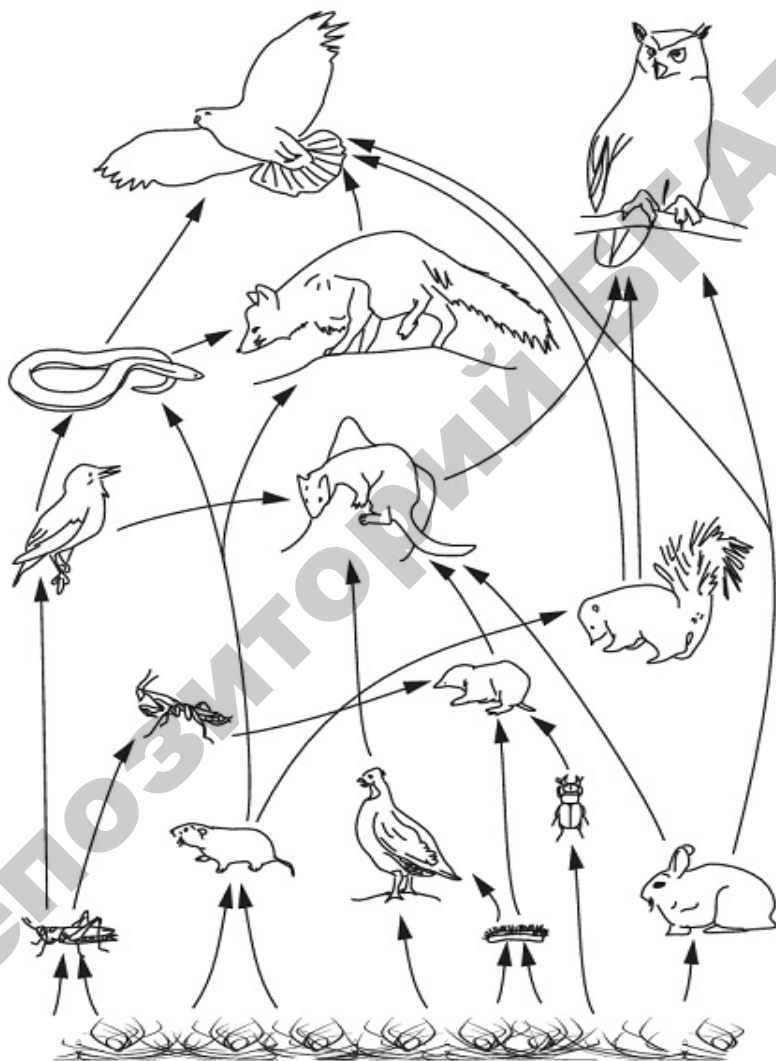


Рис. 1.7. Пример пищевой цепи

На каждом этапе передачи вещества и энергии по пищевой цепи теряется примерно 90 % и только около одной десятой доли переходит к очередному потребителю. Это правило передачи энергии в пищевых связях организмов называют «правилом десяти процентов». Представителям четвёртого трофического уровня (например, хищнику, поедающему другого хищника) достанется только около одной тысячной доли той энергии, усвоенной растением, с которого начиналась пищевая цепь. Поэтому отдельные цепи питания в природе не могут иметь слишком много звеньев, энергия в них быстро иссякает.

Число звеньев в цепи питания обычно ограничено (4–5), так как при каждом переносе от звена к звену теряется большая часть (до 80–90 %) потенциальной энергии, рассеивающейся в виде тепла. Совокупность организмов, объединённых одним типом питания и занимающих определённое положение в пищевой цепи, образуют трофический уровень.

Если из пищевой цепи выпадает хотя бы одно звено, результаты могут быть непредвиденными.

Особенно негативно разрыв цепей питания может сказаться на сложных биоценозах, например, на биоценозах леса. Многие виды деревьев, кустарников или травянистых растений опыляются насекомыми определённого вида. Если сокращается число видов и исчезает какой-то вид растений, резко сокращается численность насекомых-опылителей, сокращается численность птиц, которые питаются насекомыми, погибают питающиеся растениями травоядные животные, без пищи остаются хищники и т. д.

Место вида в пищевой цепочке вместе с комплексом его биоценологических связей и требований к факторам среды формирует экологическую нишу.

У родственных видов происходит очень тонкое разграничение экологических ниш. Так, копытные по-разному используют пастбищный корм. Например, зебры в основном обрывают верхушки трав, антилопы кормятся тем, что оставляют им зебры, газели выщипывают самые низкие травы.

При выпасе домашних животных стадо, состоящее из разных видов (коров, овец, коз и др.), значительно более эффективно использует травостой пастбища, чем одновидовые стада. Монокультура на полях с экологической точки зрения является наименее эффективным способом ведения сельского хозяйства.

1.4 Понятие об окружающей среде. Учение В. И. Вернадского о биосфере

В процессе эволюции на Земле образовалась особая живая оболочка – глобальная экосистема Земли, которая получила название биосфера (греч. bios «жизнь»). Биосфера начала формироваться не позднее, чем 3,8 млрд лет назад, когда на нашей планете стали зарождаться первые организмы.

Учение о биосфере было создано в 1926 году В. И. Вернадским. Биосфера, по Вернадскому, – земная оболочка, область существования живого вещества. Она включает в себя не только живые организмы, но и изменённую ими среду обитания (кислород в атмосфере, горные породы органического происхождения и т. п.), проникает во всю гидросферу, верхнюю часть литосферы и нижнюю часть атмосферы (рис. 1.8).

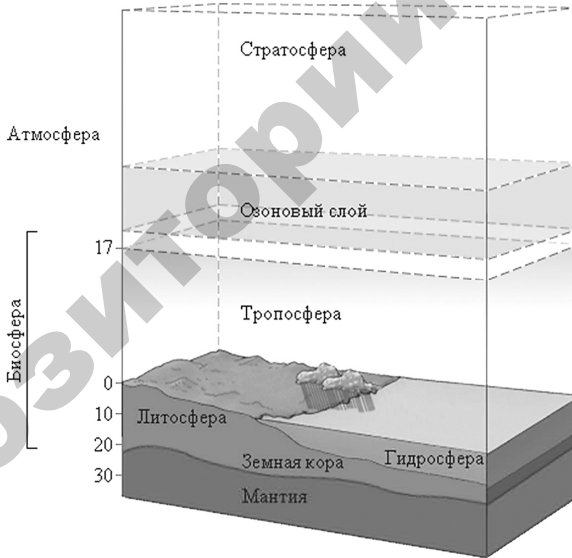


Рис. 1.8. Геосферы Земли

Главная идея В. И. Вернадского заключается в том, что высшая фаза развития материи на Земле – жизнь – определяет и подчиняет себе другие планетарные процессы.

Согласно представлениям Вернадского, биосфера состоит из нескольких разнородных компонентов. Главный и основной – это **живое вещество**, совокупность всех живых организмов, населяющих Землю. В процессе жизнедеятельности живые организмы взаимодействуют с неживым (абиогенным) – **косным веществом**. Такое вещество образуется в результате процессов, в которых живые организмы не принимают участия, например, изверженные горные породы. Следующий компонент – **биогенное вещество**, создаваемое и перерабатываемое живыми организмами (газы атмосферы, каменный уголь, нефть, торф, известняк, мел, лесная подстилка, почвенный гумус и т. д.). Ещё одно составляющее биосферы – **биокосное вещество** – результат совместной деятельности живых организмов (вода, почва, кора выветривания, осадочные породы, глинистые материалы) и косных (абиогенных) процессов.

Биосфера представляет собой совокупность всех живых организмов: более 3 000 000 видов растений, животных, грибов и бактерий. Человек тоже является частью биосферы, его деятельность превосходит многие природные процессы и, как сказал В. И. Вернадский: «Человек становится могучей геологической силой».

В учении о биосфере выделяют следующие основные подходы:

- энергетический (связь биосферных явлений с космическим излучением (прежде всего, излучением Солнца) и радиоактивными процессами в недрах Земли);

- биогеохимический (роль живого в распределении атомов в биосфере);

- информационный (принципы организации и управления в живой природе);

- пространственно-временной (формирование и эволюция различных структур биосферы);

- ноосферный (глобальные аспекты воздействия человека на окружающую среду).

Биосфера играет важную роль в распределении энергетических потоков на Земле. В год до Земли доходит около 1024 Дж солнечной энергии; 42 % из неё отражается обратно в космос, а остальное поглощается. Другим источником энергии является тепло земных недр. 20 % энергии переизлучается в мировое пространство в виде тепла, 10 % расходуется на испарение воды с поверхности Мирового

океана. Зелёные растения преобразуют в процессе фотосинтеза около 1022 Дж в год, поглощают $1,7 \times 10^8$ т CO_2 , выделяют около $11,5 \times 10^7$ т кислорода и испаряют $1,6 \times 10^{13}$ т воды. Исчезновение растений привело бы к катастрофическому накоплению углекислоты в атмосфере, и через сотню лет жизнь на Земле в её нынешних проявлениях погибла бы. Наряду с фотосинтезом в биосфере происходит почти такое же по масштабам окисление органических веществ в процессах дыхания и разложения.

В организмах содержатся все известные сегодня химические элементы. Если некоторые из них (водород, кислород, углерод, азот, фосфор и другие) являются основой жизни, то другие (рубидий, платина, уран) имеются в организмах в очень малых количествах. Организмы участвуют в миграции химических элементов, как прямо (выделение кислорода в атмосферу, окисление и восстановление различных веществ в почвах и гидросфере), так и косвенно (восстановление сульфатов, окисление соединений железа, марганца и других элементов). Биогенная миграция атомов вызвана тремя основными процессами: обменом веществ, ростом и размножением организмов. Огромную роль в биогеохимической активности играет человек, привлекая ежедневно в ходе добычи полезных ископаемых миллиарды тонн горной породы. Влияние человека на глобальные геохимические процессы с каждым годом только растёт.

1.5 Основные законы экологии

Экология, как и любая другая наука, имеет свои законы и развивается в соответствии с ними.

Исторически первым (сформулирован в 1840 году) и фундаментальным для экологии был закон минимума, устанавливающий зависимость живых систем от факторов, ограничивающих их развитие (лимитирующих факторов). Он сформулирован Юстусом фон Либихом (рис. 1.9) и гласит, что наиболее значим для организма тот фактор, который более всего отклоняется от оптимального его значения. По имени этого учёного названо образное представление этого закона – так называемая «бочка Либиха» (рис. 1.10).



Рис. 1.9. Юстус фон Либих



Рис. 1.10. Иллюстрация закона Ю. Либиха

Суть модели состоит в том, что вода при наполнении бочки начинает переливаться через наименьшую доску в бочке, и длина остальных досок уже не имеет значения. Этот закон учитывается в практике сельского хозяйства. Повысить урожайность сельскохозяйственных культур можно за счёт оптимизации того фактора, который находится в минимуме.

Позже, в 1913 году, закон обобщён, дополнен и расширен Шелфордом. Этот закон получил название закона толерантности. Толерантность – способность организма переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора среды. Согласно этому закону лимитирующими факторами существования вида являются факторы, находящиеся не только в минимуме, но и в максимуме.

Именно от этого, минимально или максимально представленного в данный конкретный момент экологического фактора, зависит выживание организма. В другие отрезки времени ограничивающими могут быть другие факторы. В течение жизни живые организмы встречаются с самыми разными ограничениями своей жизнедеятельности. Например, ограничивающим распространение такого вредителя культурных растений как бабочка озимой совки являются отрицательные зимние температуры.

В 1974 году американский эколог Б. Коммонер сформулировал в свободной беллетристической форме ряд законов.

1) «Все связано со всем» – это означает, что сложные и разветвлённые экологические взаимосвязи между живыми организмами образуют единую динамичную систему. По сути, этот закон повторяет известное диалектико-материалистическое положение о всеобщей связи вещей и явлений в природе.

2) «Все должно куда-то деваться» – это неформальная перефразировка фундаментального закона сохранения материи. В наиболее примитивном виде эту формулу можно трактовать так: материя не исчезает. В результате хозяйственной деятельности человека образуются загрязнения (отходы, тепло, радиация и т. д.), которые с течением времени существенно осложнят жизнь человека.

3) «Природа знает лучше» – это важное и конструктивное положение может трактоваться как общеизвестный малореалистичный лозунг «Назад к природе» и как призыв к осторожности в обращении с природными экосистемами.

4) «Ничто не даётся даром» (о цене развития) – любое новое приобретение в эволюции экосистемы обязательно сопровождается утратой какой-то части прежнего достояния и возникновением новых, все более сложных проблем. Например, с появлением многоклеточных организмов (грибов, растений, животных) и выходом их на сушу во много раз увеличилось биоразнообразие планеты, началось освоение экологических ниш и формирование биосферы Земли.

Но вместе с многоклеточностью к живым существам пришли старость и болезни, в том числе инфекции, злокачественные опухоли, паразитизм.

Из этого закона следует: *не существует бесплатных ресурсов* – пространство, энергия, солнечный свет, вода, какими бы неисчерпаемыми они ни казались, неукоснительно оплачиваются любой расходуемой их системой.

1.6 Этапы взаимодействия человеческого общества и окружающей среды. Загрязнение окружающей среды

Отправным пунктом взаимоотношения человека и природы можно считать начало формирования человеческого общества. В истории взаимодействия человеческого общества и окружающей среды выделяют четыре этапа (рис. 1.11).

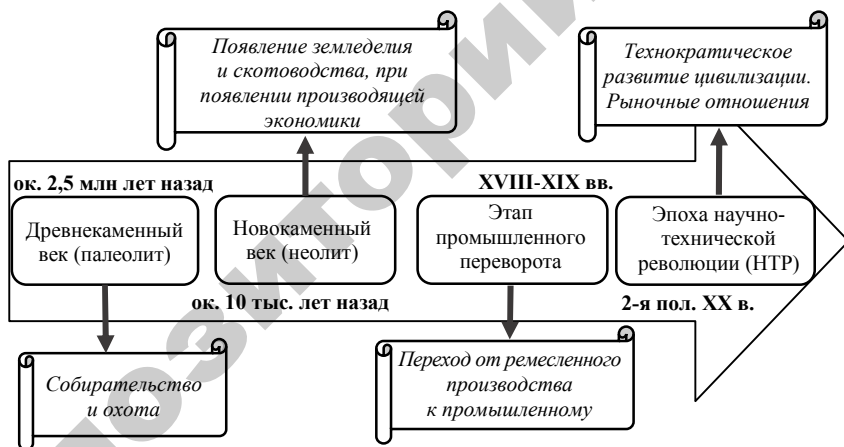


Рис. 1.11. Этапы взаимодействия человеческого общества и окружающей среды

Первый, биогенный (продолжительность не менее 2 млн лет) – в этот период древнейшие люди (архантропы) были по существу одним из биологических компонентов природных экосистем, численность человечества была мала, основу его жизнедеятельности составляли собирательство и охота. По возможности воздействия

на окружающую среду человечество мало отличалось от других видов живых организмов. Определяющую роль во взаимоотношениях человека и окружающей среды играл природный фактор, и зависимость древнейших людей от природы была наибольшей. Возрастающая роль охоты в жизнедеятельности древних людей ослабила их зависимость от природы, орудия труда и искусственно добываемый огонь расширили возможности использования природных ресурсов: человек выходит из чисто биологической ниши. Установлено, что в первобытнообщинную эпоху человек изменил растительный покров (создал из тропических лесов африканские саванны) и уничтожил несколько видов травоядных животных: мамонта, гигантского оленя, шерстистого носорога.

Появление принципиально нового типа хозяйства, изменившего взаимоотношения человека с окружающей средой и структуру общества, по мнению учёных, по времени совпадает с началом исторического периода – неолита. Это начало **второго (аграрного)** периода. Переход человечества от собирательства к земледелию и скотоводству был постепенным, долгим. Поначалу доля культивируемых растений и животных в хозяйственном обиходе человека была невелика. Люди продолжали заниматься охотой и собирательством, переходили от одних освоенных участков к другим, а через десяток-другой лет возвращались. О великом значении земледелия в истории человечества и биосферы прекрасно сказал В. И. Вернадский: «Открытие земледелия ... решило всё будущее человечества. Изменяя этим путём жизнь автотрофных живых организмов на земной поверхности, человек тем самым создал такой рычаг для своей деятельности, последствия которого в истории планеты были неисчислимыми». Общий рост населения и увеличение потребностей приводили к ускоренному распространению сельскохозяйственных ландшафтов. От присваивающего хозяйственного уклада люди перешли к производящему, активно содействуя увеличению биологических ресурсов, необходимых для питания.

С развитием земледелия и скотоводства воздействие на биосферу усилилось вследствие уменьшения зелёного покрова из-за вырубки лесов. В результате неразумной вырубки лесов, распашки лугов и выпаса скота огромные территории превратились в песчаные пустыни и скалистые горы. Примером могут служить африканская Сахара, прибрежные зоны Средиземноморья, пустыни

Ближнего Востока. В начале аграрного периода человеческой цивилизации данные территории были покрыты лесами. С аграрного периода фактически начинается техногенная эпоха в истории человечества. Развитие земледелия, скотоводства, мореходства потребовало совершенствования техники, технологии и наук (географии, математики, химии, физики). Вместе с тем усилилось техногенное давление на биосферу. Естественная экологическая обстановка на планете в целом ухудшилась, так как исчезли некоторые виды крупных млекопитающих, на значительных территориях началось опустынивание.

Бурный рост промышленного производства качественно меняет ситуацию – происходит переход от ремесленного производства к промышленному, в силу чего давление человека на природу возрастает, меняется не только количественно, но и качественно. Ускорение научно-технического прогресса привело к тотальной эксплуатации и истощению природных ресурсов. Начинается **третий (индустриальный)** период (с XVII в. до наших дней), который является кульминацией техногенной эпохи. Бурно развиваются горнодобывающие отрасли промышленности и металлургия, многократно увеличивается выработка энергии за счёт сжигания горючих ресурсов. Меняется химическое воздействие на биосферу вследствие синтеза новых веществ, рассеяния загрязнений на огромные территории и химизации сельского хозяйства.

На первых порах экосистемы в основном справлялись с этими воздействиями, но по мере роста масштабов и темпов производственной деятельности возможности самовосстановления экосистем оказались исчерпанными. Стали заметны изменения физических, химических, биологических показателей биосферы. К середине XX в. воздействие на биосферу приобретает глобальный характер. Возникает ситуация, когда равновесие нарушено, и дальнейшее развитие производства становится невозможным из-за истощения окружающей среды. Все это привело к углублению конфликта между человеком и биосферой Земли.

В настоящее время приходит всё более ясное понимание того, что в используемой модели развития технократической цивилизации защита и сохранение природы носят характер борьбы со следствиями, а не с причинами. Это предопределило необходимость поиска иных принципов построения взаимоотношений техно- и биосферы.

Современный этап, **четвёртый (информационно-экологический)** характеризуется постепенной «экологизацией» мышления; осознанием губительности бесконтрольного развития технократической цивилизации и абсолютной бесперспективности призыва «назад к природе».

Новая модель была концептуально обозначена в докладе Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию еще в 1987 г. и принята как основная перспектива развития мирового сообщества на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. В основу новой модели были положены принципы устойчивого развития природы и общества. В настоящее время происходит осознание ограниченности ресурсов планеты. Данный период предполагает разумное с экологических позиций развитие человечеством своих производственных мощностей.

Всю историю взаимодействия человечества с окружающим миром можно рассматривать как постепенный разрыв с первой, природной средой, и формирование всё большей зависимости от второй – искусственной среды, непрерывно усложняющейся усилиями человека.

В настоящее время среда, окружающая человека, состоит из ряда неразрывно связанных между собой компонентов:

- *природная среда* – имеет естественное происхождение, способна к самоподдержанию и саморегуляции. Она прямо или косвенно оказывает воздействие на человека;
- *агротехническая среда* – это изменённая человеком природная среда, модификация природной среды (пахотные земли, грунтовые дороги, зелёные насаждения), преобразованной людьми;
- *социальная среда* – это общественные отношения, в которые вступает человек;
- *искусственная* или «*второй*» *мир* – среда, созданная человеком, которой нет аналогов в естественной природе.

Существующий высокий уровень развития науки и техники позволяет развивать технику и технологию производства на альтернативной, безвредной для биосферы, основе. В целом от исхода четвёртого периода зависит будущее человечества.

Привнесение в окружающую среду или возникновение в ней новых, не характерных физических, химических или биологических агентов или превышение их естественного среднесуточного уровня, приводящее к негативным воздействиям, называется загрязнением.

Агенты (физические, химические, биологические) могут быть природного или антропогенного происхождения, при попадании в окружающую среду в количествах, превышающих фоновые значения, являются загрязнителями. Причем, любой новый для среды агент (даже если он не токсичен по отношению к биоте) рассматривается как загрязнитель, а оценивается загрязнение данным агентом среды по степени отклонения от фоновых значений. Основными объектами загрязнения являются почвы, атмосфера и водоёмы.

Классифицируют загрязнения по видам и масштабу проявления (рис. 1.12).



Рис. 1.12. Классификация загрязнений окружающей среды

Механическое – загрязнение окружающей среды относительно инертными в физико-химическом отношении бытовыми и производственными отходами (строительный и бытовой мусор, упаковочные материалы, пластмассы и т. д.). Фактически это привнесение в окружающую среду нейтральных веществ, не вступающих в обычных условиях в химическую реакцию с элементами биосферы (вода, воздух, почва), но приводящее к ухудшению качеств среды и оказывающее влияние на обитающие в ней организмы.

Физическое загрязнение – изменение физических параметров среды, среди которых выделяют: температурно-энергетическое (тепловое загрязнение), волновое (световое, шумовое, электромагнитное загрязнение), радиационное (радиоактивное загрязнение) и др.

Химическое загрязнение – изменение естественных свойств среды в результате выбросов химических соединений. Такое загрязнение, как правило, имеет антропогенный характер, источниками загрязнения являются промышленные предприятия, транспорт, сельское хозяйство. Например, выбросы в атмосферу продуктов сжигания углеводородного топлива, загрязнение почв пестицидами, сброс в водоёмы неочищенных сточных вод. Наиболее опасными загрязнителями являются тяжёлые металлы (свинец, олово, кадмий, ртуть, хром, медь, цинк и др.) и синтетические органические соединения, которые используются для производства пластмасс, синтетических волокон, растворителей, красок, пестицидов, моющих средств. Эти загрязнители могут усваиваться живыми организмами, нарушая при этом их функционирование.

Наряду с этим при химическом загрязнении идёт *биоаккумуляция* – накопление загрязнителей в живых организмах при поступлении их из внешней среды в малых дозах, кажущихся безвредными. Она усугубляется в пищевой цепи, т. е. растительные организмы усваивают загрязнители из внешней среды и аккумулируют их в своих органах, травоядные животные, питаясь растительностью, получают большие дозы, хищные – ещё большие дозы. В результате в живых организмах, стоящих в конце пищевой цепи, концентрация загрязнителей может быть в сотни тысяч раз больше, чем во внешней среде. Такое накопление вещества при прохождении через пищевую цепь называют *биоконцентрированием*. Опасность биоаккумуляции и биоконцентрирования стала известна в 60-е годы, когда обнаружили сокращение популяций многих хищных птиц, животных, стоящих в конце пищевой цепи.

Биологическое загрязнение – привнесение в окружающую среду (воду, атмосферу, почву, а также продукты питания) и размножение в ней микроорганизмов или экстремально токсичных организмов, вызывающих болезни человека или сельскохозяйственных животных. Биологическое загрязнение может быть причиной опасных эпидемий и происходит, если в среду попадают необеззараженные сельскохозяйственные и бытовые стоки, содержащие органические вещества.

К биологическому загрязнению также относят распространение в окружающей среде генетически модифицированных организмов.

Загрязнение окружающей среды происходит весьма неравномерно. Основные очаги антропогенного воздействия на природу расположены в регионах с развитой промышленностью, максимальной концентрацией населения и интенсивным сельскохозяйственным производством. Такие загрязнения относят к *локальным*.

Загрязнение, обнаруживаемое в пределах значительных территорий, называют *региональным*. Причиной регионального загрязнения окружающей среды может стать длительное поступление в неё загрязняющих веществ от локальных источников, особенно если выбросы поступают в подвижные компоненты биосферы – в атмосферу и природные воды. Переход локальных загрязнений в региональные может быть связан с расширением территорий городов, которые постепенно превращаются в гигантские мегаполисы с многомиллионным населением; множеством промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Если загрязнение приобретает планетарные масштабы, обнаруживается в любой точке земного шара, вдалеке от его источников, то такое загрязнение называют *глобальным*. Так, загрязнение атмосферы оксидами углерода, серы, азота, пестицидами, Мирового океана – нефтью и нефтепродуктами относится к глобальному. Такие загрязнения становятся одной из самых острых проблем человечества.

2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

2.1 Природные условия и природные ресурсы: характеристика, классификация, роль в развитии и размещении производительных сил

Природная среда служит естественным базисом хозяйственной деятельности людей, и вся производственная деятельность человека может быть представлена как процесс преобразования природы в формы, приемлемые для использования. Все тела и силы природы условно разделяются на две группы: непосредственно участвующие в материальном производстве и сфере нематериальных услуг (природные ресурсы) и все остальные (обычно относимые к природным условиям).

Природные ресурсы – природные тела и вещества, а также виды энергии, которые на конкретном этапе развития производительных сил или используются или могут быть технически применены для эффективного удовлетворения разнообразных потребностей человека и общества (Реймерс, 1990, с. 456).

Элементы природы, которые непосредственно не используются в процессе производства и не участвуют в хозяйственной деятельности человека, но оказывают влияние на жизнедеятельность людей, называются природными условиями. Под природными условиями понимают природное окружение человека. Это климат, рельеф и геологические условия, ресурсы поверхностных и подземных вод, почвенно-растительный покров и животный мир.

Природные условия оказывают существенное влияние на размещение производства, расселение людей, развитие сельского хозяйства и др. Они могут благоприятствовать хозяйственной деятельности человека (оптимальный температурный режим, достаточная увлажненность воздуха и т. п.) или, наоборот, затруднять её (высокогорный рельеф, суровый климат, вечная мерзлота, болота, пустыни).

Природные условия Беларуси определяются положением её территории на западе Русской равнины, между 51 и 56 ° с. ш. и 23 и 33 °

в. д., в умеренном поясе на пути движения западных воздушных масс из Атлантики. Климат умеренно континентальный: характеризуется теплой и влажной зимой, относительно прохладным и дождливым летом.

Средние температуры воздуха широты Беларуси в январе на юго-западе составляют $-4,5^{\circ}\text{C}$, а на северо-востоке $-8,5^{\circ}\text{C}$. В июле температуры выше на $3-4^{\circ}$ и на севере достигают $+17^{\circ}\text{C}$, а на юге $+19,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютный максимум температуры воздуха (до $+38^{\circ}\text{C}$) был отмечен на юго-востоке Беларуси, абсолютный минимум (-44°C) – на северо-востоке. Суровые зимы бывают раз в течение 10–15 лет. Сумма активных температур уменьшается с 2500 на юго-западе до 2000 $^{\circ}\text{C}$ на северо-востоке. Безморозный период длится соответственно 150–180 и 140–150 дней.

В центральной и северо-восточной части Беларуси за год выпадает в среднем 600–650 мм осадков и менее – на территорию Полясья. В засушливые годы осадков иной раз выпадает менее 300 мм, но зато во влажные – более 1000 мм. Такие природные условия дают возможность выращивать достаточно широкий ассортимент сельскохозяйственных культур.

Природная среда служит естественным базисом хозяйственной деятельности людей. Тела и силы природы, которые используются в качестве средств труда, источников энергии труда и материалов или предметов потребления, называются природными ресурсами. Их оценка производится по общему количеству запасов и количеству на душу населения.

Распределение природных ресурсов по территории отличается, как правило, неравномерностью, что в значительной степени определяет территориальное разделение труда и хозяйственную специализацию тех или иных регионов.

Классифицируют природные ресурсы по ряду признаков. Чаще всего используют классификацию на основе генезиса: земельные (почвенные); лесные; водные; биологические; минерально-сырьевые (полезные ископаемые); энергетические; климатические.

В связи с проблемой ограниченности запасов природных ресурсов возрастает значение классификации по признаку их исчерпаемости (рис. 2.1).

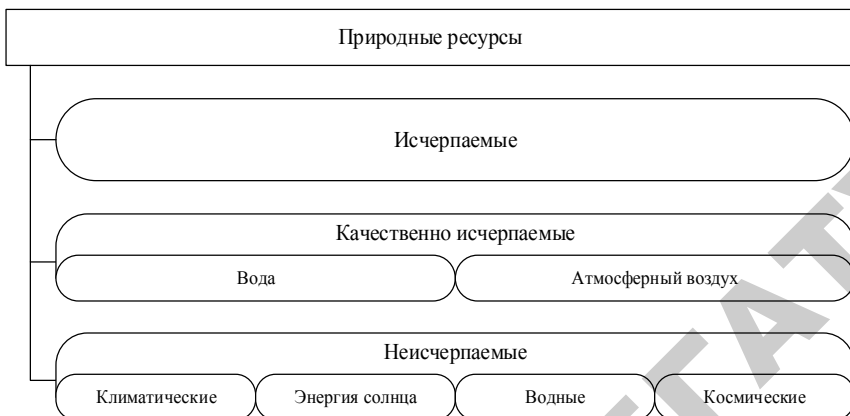


Рис. 2.1. Классификация природных ресурсов по исчерпаемости

Исчерпаемые природные ресурсы делятся на возобновимые и невозобновимые.

К возобновимым ресурсам относятся лес, вода, почва и т. д. Возобновимость – понятие относительное, так как есть определённые границы исчерпания, за которыми данный вид ресурса лишается способности и возможности самовосстановления и превращается в невозобновимый.

Ресурсы различаются по их заменимости. К числу заменимых относятся различные виды энергии, топлива и сырья. К практически незаменимым относятся воздух, вода, т. е. те виды ресурсов, без которых невозможна жизнь.

Природные ресурсы – это естественная база развития экономики страны, поэтому для организации хозяйственной деятельности весьма существенной является экономическая оценка всего комплекса природных ресурсов, их экономическая классификация (рис. 2.2).

Хозяйственная классификация исходит из направлений и форм хозяйственного использования, делится на ресурсы общего и специализированного, отраслевого и многоотраслевого использования. Например: земля – это пространственная основа производства, в сельском хозяйстве – средство производства; вода – средство производства, предмет потребления, транспортный путь.

По своему народно-хозяйственному значению все полезные ископаемые делятся на балансовые (кондиционные) и забалансовые (некондиционные) ресурсы (запасы).



Рис. 2.2. Экономическая классификация природных ресурсов

Балансовые – это те запасы, которые на данном этапе развития производства использовать экономически целесообразно и которые по условиям эксплуатации соответствуют промышленным требованиям.

Забалансовые – малые запасы низкого качества со сложными условиями эксплуатации.

Величины запасов полезных ископаемых обладают различной достоверностью их подсчёта, зависящей от сложности геологического строения месторождений и детальности геологической разведки.

По степени достоверности определения запасов они разделяются на категории. К категории А принадлежат детально разведанные запасы полезных ископаемых с точно определёнными границами тел полезных ископаемых, их формами и строением.

К категории В относятся предварительно разведанные запасы полезных ископаемых с примерно определёнными контурами тел полезных ископаемых, без точного отображения пространственного положения природных типов минерального сырья.

В категорию С1 включают запасы разведанных месторождений сложного геологического строения, а также слабо разведанные запасы полезных ископаемых на новых площадях, с учетом экстраполяции.

К категории С2 относятся перспективные запасы.

А, В, С1 – принадлежат к промышленным; А, В, С1, С2 и прогнозные запасы образуют общегеологические.

Территориальные сочетания природных ресурсов дают широкие возможности для комплексного развития экономических районов и территориального разделения труда.

Природные условия и ресурсы являются одним из важнейших факторов экономического развития. От естественного плодородия почв, особенностей климата, характера растительности, животного мира, обводненности территории, близости морей и океанов, богатств недр, чистоты воздуха во многом зависят темпы производства и благосостояние людей. Степень доступности природных ресурсов влияет на производительность труда; она тем выше, чем богаче и доступнее природные ресурсы, чем меньше, следовательно, издержки, необходимые для производства конечного продукта. Ведь одинаковые затраты труда приносят неравнозначные результаты в зависимости от качественных особенностей ресурсов: плодородия почв, теплотворной способности углей, содержания полезного вещества в рудах разных месторождений и т. п.

На уровень производительности труда и эффективность производства существенное влияние оказывают природные условия хозяйственного освоения естественных ресурсов. Затраты труда будут различными при разных способах добычи полезных ископаемых, связанных с характером их залегания (открытая или шахтная добыча, мощность пластов и т. п.), при обработке земель в связи с различиями генезиса почв, их положения на рельефе и т. д.

Совокупность природных ресурсов региона – природно-ресурсный потенциал, важнейшая часть национального богатства, так как он является базой развития экономики страны.

Природно-ресурсный потенциал рассматривается как максимально полная для данного уровня знаний совокупность оцениваемых природных фондов, которые могут быть использованы в хозяйственной деятельности при данных технических и социально-экономических возможностях общества с условием сохранения среды обитания человека.

Влияние природных ресурсов на специализацию хозяйства регионов проявляется в двух формах. В одном случае отрасли природопользования непосредственно определяют специализацию, поставляя свою продукцию в различные регионы страны или на экспорт. Вторая форма влияния проявляется, когда отраслями специализации регионов выступают вторичные производства, формирующиеся на базе переработки местных природных ресурсов. Она свойственна территориям со зрелой экономической структурой, или староосвоенным регионам. Это позволит выявить ресурсообеспеченность территории и определить практические меры по обеспечению её недостающими ресурсами на перспективу, что будет способствовать совершенствованию межрайонных производственных связей. С этих позиций важным является установление природно-ресурсного потенциала территории.

Природно-ресурсный фактор служит основой формирования хозяйственной структуры территории, определяет территориальную организацию производительных сил. Например, развитие и размещение отраслей, непосредственно связанных с использованием природных ресурсов (добывающая промышленность, гидроэнергетика, лесозаготовки, земледелие) обусловлены географией этих ресурсов. Использование природных ресурсов, сознательное изменение природных условий (мелиорация, регулирование рек и т. п.) всегда выступали в деятельности людей важнейшим средством решения социально-экономических задач.

Величина природно-ресурсного потенциала может быть определена как сумма потенциалов отдельных видов природных ресурсов (минеральных, водных, лесных, земельных и др.) и зависит от целого ряда факторов. Важнейшими из них являются: численность имеющихся в регионе природных ресурсов (чем больше ряд естественных ресурсов, вовлечённых и подлежащих использованию в процессе производства, тем больше величина природно-ресурсного потенциала), их количественные и качественные характеристики (величина запасов, содержание полезного вещества, мощность пластов и т. д.), комплексность использования каждого вида природных ресурсов.

Величину природно-ресурсного потенциала территории количественно характеризуют чаще всего натурально-вещественными показателями (объёмами запасов, продуктивностью и т. п.).

Для природно-ресурсного потенциала Беларуси характерна хорошая (выше среднемировых) обеспеченность земельными ресурсами, достаточно благоприятные климатические условия, достаточная обеспеченность водными и лесными ресурсами. Вместе с тем на территории Беларуси отмечается относительно невысокая концентрация минерально-сырьевых ресурсов, особенно топливно-энергетических. Изученность недр Беларуси на предыдущих этапах развития была недостаточной. Сейчас ситуация коренным образом изменилась, в связи с необходимостью уделить особое внимание проблеме расширения и укрепления собственной минерально-сырьевой базы. Важное значение в достижении большей сырьевой независимости Республики Беларусь приобретает политика ресурсосбережения. Совершенствование технологий, снижение материало- и энергоёмкости производства позволяют снизить потребление сырьевых и топливно-энергетических ресурсов на 20–25 %.

Природно-ресурсный потенциал страны и отдельных её регионов изменяется в процессе природопользования, что обусловлено, с одной стороны, истощением отдельных видов природных ресурсов вследствие их исчерпаемости и нерационального использования. С другой стороны, научно-технический прогресс открывает возможности вовлечения в народно-хозяйственный оборот новых видов природных ресурсов, расширяет сырьевую и топливно-энергетическую базу страны.

Важнейшим показателем, характеризующим экономическую мощь страны, является национальное богатство – совокупность ре-

сурсов страны, пригодных для использования (экономических активов) и материальных благ, накопленных в обществе в результате предшествующего труда людей.

Использование природной среды для удовлетворения экологических, экономических и культурно-оздоровительных потребностей общества (природопользование) может быть рациональным и нерациональным.

При рациональном природопользовании осуществляется максимально полное удовлетворение потребностей в материальных благах при сохранении экологического баланса и возможностей восстановления природно-ресурсного потенциала. Поиск такого оптимума хозяйственной деятельности для конкретной территории или объекта является важнейшим условием развития цивилизации. Достижение данного оптимума получило название «устойчивое развитие».

При нерациональном природопользовании происходит экологическая деградация природно-ресурсного потенциала территории и необратимое истощение природных ресурсов.

Природопользование должно носить целенаправленный и управляемый характер. Управление природопользованием – это деятельность по организации рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, охране окружающей среды, а также обеспечение законности в эколого-экономических отношениях. В нашей стране такую деятельность осуществляет государство. Центральным органом управления природопользованием – Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов. Управление природопользованием осуществляется областными, городскими, поселковыми, сельскими Советами депутатов, а также исполкомами, которые несут ответственность за состояние окружающей среды на подведомственных территориях, за выполнение государственных экологических программ и природоохранных мероприятий. Такой принцип управления получил название территориального принципа. Помимо территориального используется и отраслевой принцип управления природопользованием, согласно которому контроль за качеством потребления природных ресурсов осуществляют те же организации, которые проводят производственную деятельность. Таким образом, в Беларуси управление природопользованием основано на двух принципах – отраслевом и территориальном и осуществляется с использованием ряда методов.

1. Законодательные – регламентирующие природопользование с помощью законодательных актов.

2. Административные – методы государственного принуждения: лицензирование, нормирование, государственный аудит.

3. Экономические – методы, создающие материальную заинтересованность субъектов хозяйствования в рациональном природопользовании.

4. Информационные – методы, основанные на проведении постоянного мониторинга состояния окружающей среды и кадастрового учёта природных ресурсов.

2.2 Атмосфера: строение, состав, источники и виды загрязнения, защита от загрязнения

Атмосфера – воздушная оболочка Земли, состоящая из смеси газов и коллоидных примесей (пыли, кристаллов, капелек). Её общая масса приблизительно оценивается в $5,15 \cdot 10^{18}$ кг, что составляет примерно одну миллионную массы Земли. Состав сухого воздуха у земной поверхности: азот – 78 %, кислород – 21 %, аргон – 0,93 %, углекислый газ – 0,03 %, неон, гелий, метан, криптон, ксенон, водород, оксиды азота и другие газы – сотые доли процента. В строении атмосферы выделяют пять слоёв: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера.

Тропосфера – самый нижний слой, верхняя граница которого находится на высоте 8–10 км над полярными областями, 12 км – над умеренными широтами и 16–18 км – над экватором. В нём сосредоточено около 80 % массы атмосферы, основное количество атмосферных примесей и практически весь водяной пар. Характерной особенностью этого слоя является убывание температуры с увеличением высоты (в среднем, на $0,65 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ м}$). Процессы, происходящие в тропосфере, – формирование и перемещение воздушных масс, образование циклонов и антициклонов, появление облаков и выпадение осадков – определяют погоду и климат у земной поверхности. До высоты 50–55 км простирается ***стратосфера***. Этот слой атмосферы значительно разрежен, количество кислорода и азота уменьшается, а водорода, гелия и других лёгких газов увеличивается. В стратосфере на высоте 20–25 км находится слой с наибольшим содержанием озона (озоновый слой), который поглощает значительную часть ультрафиолетового излучения Солнца.

Мезосфера располагается до высоты приблизительно 80–85 км. Температура в мезосфере понижается с высотой, что обусловлено почти полным отсутствием озона, поглощающего прямую солнечную радиацию.

Термосфера – слой атмосферы, находящийся на высотах между 85 и 800 км. Температура здесь растёт до высот 200–300 км, где достигает значений порядка 1500 °С, после чего остаётся почти постоянной до больших высот. Для этого слоя характерно наличие большого количества электрически заряженных частиц – ионов.

Экзосфера является внешним сильно разреженным слоем атмосферы, располагающимся выше 800 км. Скорости движения лёгких атомов водорода и гелия здесь очень велики, поэтому они могут улетать в космическое пространство.

Значение атмосферы состоит в том, что она предохраняет Землю от резких колебаний температуры; способствует перераспределению тепла у земной поверхности; формирует погоду и климат на Земле; разбивает солнечные лучи на миллионы мелких, рассеивает их, создаёт равномерное освещение; является источником углекислого газа для фотосинтеза и кислорода для дыхания; защищает биосферу от губительных ультрафиолетовых, рентгеновских и космических лучей, метеоритов; является средой обитания живых организмов.

Атмосферный воздух и его отдельные компоненты широко используются как природный ресурс. Масса производств зависит от кислорода и углекислоты, добываемых из воздуха. Из атмосферного азота производятся минеральные азотные удобрения, азотная кислота и её соли; аргон и азот применяются в металлургии, химической и нефтехимической промышленности; воздухом наполняются колёса автотранспорта, тормозные системы поездов, насосы и турбины; на воздухе осуществляются процессы сушки одежды, продуктов, древесины и бумаги.

Для нормальной жизнедеятельности всех живых организмов необходимо определённое качество атмосферного воздуха. Однако в настоящее время вследствие хозяйственной деятельности человека происходит интенсивное загрязнение воздушной среды. **Загрязнение атмосферы** – привнесение в атмосферный воздух новых, не характерных для него физических, химических и биологических веществ или изменение их естественной концентрации.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) за 2014 год, ежегодно в мире из-за загрязнения атмосферного воздуха умирает примерно 3,7 миллиона человек. Примерно 92 % населения Земли дышит воздухом, качество которого не отвечает международным требованиям по максимально допустимым уровням загрязнения.

Поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух происходит в результате деятельности естественных (природных) и искусственных (антропогенных) источников (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Источники загрязнения атмосферы

К наиболее мощным источникам выбросов вредных веществ в атмосферу относятся *объекты теплоэнергетики* (тепловые электростанции, теплоэлектроцентрали, котельные установки). При сжигании различных видов топлива в атмосферный воздух выделяются зола, сажа, оксиды серы и азота, угарный и углекислый газ, органические кислоты, бенз(а)пирен. Основными источниками загрязнений воздуха являются теплоэлектростанции, потребляющие уголь. Так, современная теплоэлектростанция мощностью 2,4 млн кВт расходует до 20 тыс. т угля в сутки и при этом выбрасывает в атмосферу 680 т оксидов серы, 120–140 т твёрдых частиц (зола, пыль, сажа), 200 т оксидов азота. Перевод установок на жидкое топливо (мазут) снижает выбросы золы, но практически не уменьшает выбросы оксидов серы и азота. Наиболее экологично газовое топливо, которое в три раза меньше загрязняет атмосферный воздух, чем мазут, и в пять раз меньше, чем уголь.

Среди отраслей промышленности наиболее крупными загрязнителями атмосферы являются *чёрная и цветная металлургия, машиностроение, химия и нефтехимия, промышленность строительных материалов* (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Загрязнение атмосферного воздуха промышленными предприятиями

Отрасль промышленности	Отдельные загрязняющие вещества
Чёрная и цветная металлургия	Пыль, оксид углерода, оксиды азота и серы, соединения мышьяка, фосфора, свинца, фтористые и цианистые соединения, бенз(а)пирен
Машиностроение	Пыль, оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, сероводород
Химическая и нефтехимическая промышленность	Пыль, сажа, оксиды серы, азота и углерода, углеводороды
Промышленность строительных материалов	Пыль, оксид углерода, органические вещества

В *сельском хозяйстве* загрязнение атмосферного воздуха связано с применением удобрений и пестицидов, животноводческими комплексами. Например, в результате несовершенства свойств удобрений, а также превращения азотных удобрений в почве образуются продукты этого превращения (N_2 , N_2O , NO , NO_2 , NH_3), которые попадают в атмосферу.

Основным источником загрязнения воздушного бассейна в настоящее время является *автомобильный транспорт*. В крупных городах на его долю приходится 60–90 % загрязнений атмосферы. Сегодня автомобильная промышленность развита настолько, что на данный момент мировой автопарк насчитывает более 1 миллиарда единиц. Основная причина загрязнения воздуха заключается в неполном и неравномерном сгорании топлива. Выхлопные газы автомобилей, а также газы, образующиеся при испарении топлива, содержат около 200 химических соединений, среди которых оксид углерода, углеводороды, оксиды азота, оксиды серы, альдегиды, сажа, бенз(а)пирен, соединения свинца.

По своей природе и воздействию на организм человека различают *химическое, физическое и биологическое* загрязнение атмосферы.

Химическое загрязнение – загрязнение газообразными веществами и аэрозолями. К основным загрязнителям атмосферного воздуха относят оксид углерода (CO), оксиды азота (NO_x), диоксид серы (SO₂), углеводороды (C_nH_m) и твердые частицы. Помимо этого, в атмосфере наблюдается еще более 70 наименований вредных веществ, среди которых — формальдегид, фтористый водород, соединения свинца, аммиак, фенол, бензол, сероуглерод и др.

Физическое загрязнение включает тепловое, шумовое, электромагнитное и радиоактивное. *Тепловое* характерно для промышленных центров и крупных городов и связано с поступлением в атмосферу отработанных газов с более высокой температурой. К числу вредных для человека загрязнений атмосферы относится *шумовое*. Значительный и продолжительный шум приводит к снижению производительности труда, преждевременному расстройству и разрушению слухового аппарата, сердечно-сосудистым заболеваниям, поражению нервной системы, язвенной болезни и другим расстройствам. Основными источниками *электромагнитного* загрязнения (электромагнитных полей) являются линии электропередачи (ЛЭП), радио- и телестанции, средства радиолокации и радиосвязи (в том числе мобильной и спутниковой), различные энергетические и энергоёмкие установки, городской электротранспорт, компьютеры, микроволновые печи и т. д. К последствиям воздействия электромагнитного загрязнения на человека относят повреждение основных функций организма, в том числе поражение сердечно-сосудистой, пищеварительной систем, развитие психических расстройств.

Наиболее опасное загрязнение атмосферы – *радиоактивное*. В основном оно обусловлено глобально распределёнными

долгоживущими радиоактивными изотопами – продуктами испытания ядерного оружия. Приземный слой атмосферы загрязняют также выбросы радиоактивных веществ с действующих АЭС в процессе их нормальной эксплуатации и другие источники. Особое место занимают выбросы радиоактивных веществ из четвёртого блока Чернобыльской АЭС в апреле–мае 1986 г. Если при взрыве атомной бомбы над Хиросимой (Япония) в атмосферу было выброшено 740 г радионуклидов, то в результате аварии на Чернобыльской АЭС суммарный выброс радиоактивных веществ составил 77 кг. Повышенное радиоактивное излучение является одним из мощных факторов, разрушающих здоровье человека. Оно приводит к снижению иммунитета, раковым заболеваниям, лучевой болезни.

К *биологическому* загрязнению атмосферы относят загрязнение микробной природы, например, вегетативными формами и спорами бактерий и грибов, вирусами, а также их токсинами и продуктами жизнедеятельности.

Загрязняющие вещества, выброшенные в воздушный бассейн в виде газов и аэрозолей, могут поступать в литосферу и гидросферу, а также включаться в биосферный круговорот соответствующих веществ (углекислый газ, пары воды, оксиды серы и азота и др.). Кроме этого, загрязняющие вещества могут взаимодействовать с другими компонентами воздуха и находиться в атмосфере длительное время, переносясь потоками воздушных масс на значительные расстояния. Возможные формы миграции загрязняющих веществ через атмосферу приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Формы миграции загрязняющих веществ через атмосферу

Атмосфера–атмосфера	Перенос в атмосфере, характерный для большинства загрязняющих веществ
Атмосфера–гидросфера	Осаждение (вымывание) атмосферных загрязнений на водную поверхность
Атмосфера–поверхность суши	Осаждение (вымывание) атмосферных загрязнений на земную поверхность (сушу)
Атмосфера–биота	Осаждение загрязнений на поверхность насаждений с последующей ассимиляцией (внекорневое поступление загрязнений в биоту)

С переносом загрязняющих веществ, источник которых располагается на территории иностранного государства, связано трансграничное загрязнение атмосферного воздуха. **Трансграничное загрязнение атмосферы** – это её загрязнение над территорией одного государства от источников выбросов, находящихся на территории другого государства.

К настоящему времени деятельность человека настолько сильно повлияла на состав атмосферного воздуха, что привела к появлению глобальных проблем загрязнения атмосферы, к которым относятся:

1. Разрушение озонового слоя Земли, проявляющееся через уменьшение концентрации озона («озоновая дыра»), который поглощает ультрафиолетовую радиацию, губительно действующую на живые организмы. Учёные считают, что основной причиной этого является применение хлорфторуглеродов или фреонов, которые широко применяются в промышленном производстве и в быту (хлад-агенты, растворители, распылители, аэрозольные упаковки и др.).

2. «Парниковый эффект» – повышение температуры нижних слоёв атмосферы планеты, связанное с увеличением содержания в ней парниковых газов. К ним относятся: углекислый газ, водяной пар, метан, хлорфторуглероды и закись азота.

3. «Кислотные дожди», которые обусловлены наличием в атмосфере оксидов серы и азота. В результате реакции между водой и этими загрязняющими веществами наблюдается понижение *pH* дождевых осадков.

Проблема загрязнения атмосферы является актуальной и в Республике Беларусь. На территории Беларуси основными источниками загрязнения воздушного бассейна являются автомобильный транспорт, предприятия теплоэнергетики, химической и нефтехимической промышленности, машиностроения, промышленности строительных материалов. В 2014 г. общие валовые выбросы загрязняющих веществ в нашей республике составили 1344 тыс. т. На долю мобильных источников пришлось 65 % выбросов, стационарных – 35 %. В составе выбросов загрязняющих веществ преобладают оксид углерода, углеводороды и неметановые летучие органические соединения (НМЛОС), оксиды азота, твёрдые вещества и диоксид серы. Большая часть выброшенных в атмосферу оксида углерода, углеводородов и оксидов азота обусловлена работой автотранспорта; диоксида серы и твёрдых веществ – стационарными источниками. Наибольшие

объёмы выбросов от стационарных источников характерны для городов: Новополоцк, Минск и Гродно, от мобильных источников – для Минской области и г. Минска.

Состояние воздушной среды в Беларуси во многом определяется поступлением загрязняющих веществ с трансграничным переносом. В составе атмосферных выпадений на долю трансграничной серы приходится 85 %, нитратного азота – 90 %, аммонийного азота – 43 %. Около 57 % антропогенного свинца, 54 % кадмия, 77 % ртути, 44 % бенз(а)пирена также имеют внешнее происхождение. В поступлении на территорию Беларуси серы и нитратного азота, тяжёлых металлов, бенз(а)пирена основной вклад принадлежит Польше, Украине, России, Румынии и Германии.

Охрана атмосферного воздуха от загрязнения включает следующие основные направления:

- 1) *разработка соответствующих законодательных актов;*
- 2) *снижение или исключение выделения загрязняющих атмосферу веществ в самом источнике их образования;*
- 3) *очистка и рассеивание вредных выбросов в атмосферу;*
- 4) *рациональное размещение источников вредных выбросов и расширение площадей зелёных насаждений.*

Правовые и организационные основы охраны атмосферного воздуха от выбросов загрязняющих веществ определяет Закон Республики Беларусь «Об охране атмосферного воздуха». Он направлен на сохранение, восстановление качества атмосферного воздуха, обеспечение экологической безопасности.

К основным мерам по снижению или исключению выбросов загрязняющих веществ относят улучшение существующих и внедрение новых технологических процессов, включая разработку замкнутых циклов, безотходных и малоотходных технологий. Данная группа мероприятий предусматривает также создание непрерывных технологических процессов (по принципу «отходы одних предприятий являются сырьем для других»). Особое внимание заслуживает улучшение качества топлива, в частности, снижение содержания серы в жидком топливе, обогащение твёрдого топлива для его более полного сгорания, использование присадок к топливу, действующих как катализаторы и обеспечивающих его более быстрое сгорание, замена твёрдого и жидкого топлива природным газом.

К мерам борьбы с загрязнением воздуха выхлопными газами автомобилей относятся улучшение карбюрации, каталитический дожиг несгоревшего топлива, перевод автотранспорта на сжиженный газ, метиловый спирт или водород, использование автомобилей с экологичными типами двигателей (дизельным, роторным, газотурбинным, электрическим). Важное значение в борьбе с загрязнением атмосферы играет расширение парка и использование муниципального электротранспорта (метро, трамвай, троллейбус).

Для охраны воздушного бассейна от загрязнения также проводится очистка и рассеивание вредных выбросов. Промышленная очистка газовых выбросов в атмосферу осуществляется следующими методами: *абсорбция* (поглощение отдельных компонентов газообразной смеси абсорбентом, в качестве которого выступает жидкость); *хемосорбция* (поглощение газов и паров твёрдыми и жидкими поглотителями); *адсорбция* (улавливание вредных газовых примесей твёрдыми активными веществами); *каталитическая очистка* (удаление примесей из очищаемого газа в присутствии катализаторов); *термический метод* (очистка газов путём высокотемпературного дожигания).

Содержание вредных веществ в отходящих газах в приземном слое атмосферы нередко превышает предельно допустимые нормы, несмотря на меры по очистке выбросов. В этих случаях прибегают к рассеиванию пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб (300 м и более), что снижает их концентрацию у источника загрязнений. Однако это в целом не уменьшает поступление в атмосферу загрязняющих веществ.

В снижении загрязнения воздушного бассейна большое значение имеют вынесение промышленных предприятий за пределы городской черты и их расположение с учётом рельефа местности и розы ветров; рациональная планировка городской застройки и организация автомобильного движения по принципу «зелёной волны»; сооружение автомобильных дорог в обход населённых пунктов. Важную роль в уменьшении загрязнения атмосферы играет также устройство санитарно-защитных зон. Санитарно-защитная зона – это территория, специально выделенная между промышленным предприятием и районом проживания населения, которая обеспечивает достаточный уровень безопасности здоровья человека от вредного воздействия производств. Ширину санитарно-защитных зон устанавливают в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделенных в атмосферу

веществ и принимают равной от 50 до 1000 м. Санитарно-защитная зона должна быть благоустроена и озеленена.

Озеленение играет ведущую роль не только при создании санитарно-защитных зон, но и в целом, для защиты атмосферного воздуха. Зелёные насаждения обогащают воздух кислородом, создают благоприятный микроклимат, очищают воздух от вредных веществ, снижают шум в жилых кварталах. Максимальное количество вредных выбросов наблюдается в зимнее время, в связи с чем необходимо увеличивать площади зелёных насаждений хвойных пород, выполняющих фильтрационные функции в течение года.

2.3 Гидросфера, её значение, структура, источники и виды загрязнения. Водные ресурсы, их охрана и рациональное использование

Вода – одно из самых распространённых веществ на планете. Водная оболочка Земли, или гидросфера, занимает 71 % её поверхности. В состав гидросферы входят Мировой океан, реки, озёра и водохранилища, подземные воды, ледники, почвенная и атмосферная влага.

Вода играет уникальную роль как вещество, определяющее возможность жизни на Земле. Она составляет большую часть любых организмов, в частности, тело человека содержит от 50 % до 75 % воды. Она также является средой обитания многих организмов. Именно в воде жизнь зародилась и развивалась многие миллионы лет. Вода определяет климат и изменения погоды; способствует очищению атмосферы от вредных веществ; разрушает, растворяет и выщелачивает горные породы и минералы и транспортирует их из одних мест в другие. Вода – единственный источник кислорода, выделяемого в атмосферу при фотосинтезе. Велика её роль и в жизнеобеспечении человека. Она используется им непосредственно для питья, гигиенических целей, хозяйственных нужд. Современная экономика основана на широком применении воды для получения энергии (гидро- и теплоэнергетика), а также в промышленности и сельском хозяйстве. Вода – необходимое условие существования и развития водного транспорта, рыбного хозяйства, системы отдыха и туризма. Огромна и её эстетическая значимость.

Из всего количества пресной воды на планете для человека доступны только 1 %, потому что остальная пресная вода законсервирована в подземных водах, ледовых шапках гор, Южного и Северного полюсов, айсбергах.

Все поверхностные и подземные воды, которые используются или могут быть использованы в хозяйственной и иной деятельности, представляют собой водные ресурсы. Мировые запасы воды на планете оцениваются в 1,46 млрд км³, однако их основная часть сосредоточена в морях и океанах (94–98 %) (табл. 2.3). На пресные воды приходится около 2 % общего объёма гидросферы. Но если учесть, что основная часть пресных вод, законсервированных в полярных ледниках в виде льда, недоступна для использования, то объём остальной их части составляет 0,3 %.

Таблица 2.3

Распределение водных масс в гидросфере Земли

Часть гидросферы	Объём воды, тыс. км ³	% от общего объёма
Мировой океан	1 370 323	93,96
Подземные воды	60 000	4,12
Ледники	24 000	1,65
Озёра	280	0,019
Вода в почве	85	0,006
Пары атмосферы	14	0,001
Реки	1,2	0,0001
Вся гидросфера	1 454 193	100

Водные ресурсы Республики Беларусь представлены, главным образом, речным стоком и подземными водами. К основным поверхностным водным ресурсам страны относятся средние и крупные реки, объём водного стока которых в средние по водности годы составляет 58 км³. При этом на реки бассейна Чёрного моря приходится 55 % суммарного годового стока, Балтийского моря – 45 %. По территории страны протекают семь крупных рек длиной более 500 км: Западная Двина, Неман, Вилия, Днепр, Березина, Сож и Припять, и шесть из них (за исключением Березины) являются трансграничными. Всего в Беларуси насчитывается 20,8 тыс. рек общей протяженностью 90,6 тыс. км. Неравномерность годового стока компенсируется в определённой мере строительством водохранилищ, которых в республике

насчитывается 153. На территории Беларуси имеется также около 10,8 тыс. озёр. Самые большие озёра Беларуси – Нарочь, Освейское, Дрисвяты, Червоное и Дривяты.

В республике централизованное водоснабжение городов, посёлков городского типа и сельских населённых пунктов базируется в основном на использовании пресных подземных вод, естественные ресурсы которых составляют 15 900 млн м³ в год, прогнозные – 18 100 млн м³ в год. Этого вполне достаточно для обеспечения современной и перспективной потребности в воде. Обеспеченность водными ресурсами на душу населения в Беларуси (6,1 тыс. м³/чел. в год) близка к средне-европейской, но при этом значительно выше, чем в соседних странах: Польше (1,7 тыс. м³/чел.) и Украине (4,1 тыс. м³/чел.).

В социально-экономическом развитии любой страны водные ресурсы играют весьма важную роль. Велико значение использования природных вод в экономике нашей страны. По характеру использования вод все современные отрасли хозяйства подразделяют на водопотребителей и водопользователей. *Водопотребители* – это те отрасли, которые изымают воду из её естественных источников, потребляют её для производства промышленной и сельскохозяйственной продукции, для бытовых нужд. Они возвращают воду в водные источники в другом месте и обычно в меньшем количестве и часто худшего качества. К отраслям-водопотребителям относится промышленность, тепловая и атомная энергетика, сельское и коммунальное хозяйство. Так, на производство 1 т стали расходуется 250 м³, меди – 500 м³, целлюлозы – 1500 м³ воды. Для получения 1 т пшеницы требуется 1500 м³ воды, а хлопка – 10000 м³. *Водопользователи* не изымают воду из источников, а используют её как носителя энергии, среду или элемент ландшафта. К отраслям-водопользователям относятся гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство, а также такие виды человеческой деятельности, как отдых, водный туризм, водные виды спорта.

Ресурсы пресной воды распределены на планете крайне неравномерно. В этой связи возникает проблема недостатка пресной воды. Она усугубляется всё возрастающими объёмами её использования. В настоящее время потребление воды в народном хозяйстве (в количественном отношении) превышает суммарное использование всех остальных видов природных ресурсов. Запасы и доступность водных ресурсов определяют размещение новых производств, а проблема

водоснабжения становится одной из важнейших в жизни и развитии человеческого общества. Проблема недостатка пресной воды возникает по нескольким причинам: неравномерное распределение воды во времени и пространстве; рост её потребления человечеством; потери при транспортировке и использовании; загрязнение воды и ухудшение её качества. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, 80 % всех болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством воды.

Интенсивное использование водных ресурсов влечёт за собой резкое изменение их качественных параметров в результате сброса в воду загрязнителей антропогенного происхождения.

Основными источниками загрязнения гидросферы являются:

- *сточные воды промышленных предприятий;*
- *сточные воды коммунально-бытового хозяйства;*
- *стоки с сельскохозяйственных угодий и животноводческих комплексов;*
- *сброс нагретых вод объектами теплоэнергетики;*
- *водный транспорт;*
- *разработка полезных ископаемых на морском дне;*
- *захоронение отходов в водоёмах;*
- *талые и ливневые воды, отводимые из застроенных территорий;*
- *выпадения загрязняющих веществ из атмосферы.*

Промышленные сточные воды содержат самые разнообразные компоненты в зависимости от специфики производства. Наиболее интенсивно загрязняют поверхностные воды такие отрасли промышленности, как металлургия, химическая, нефтеперерабатывающая и целлюлозно-бумажная. Коммунально-бытовые сточные воды поступают из жилых, общественных зданий, столовых, больниц и т. д. В таких водах преобладают органические вещества, а также различные микроорганизмы. В составе стоков с сельскохозяйственных угодий присутствуют минеральные удобрения и пестициды. На экологическое состояние водоёмов влияет также и животноводство. Загрязнение навозом и навозными стоками приводит к накоплению в воде органических веществ, азотистых соединений и других минеральных веществ, микроорганизмов (в том числе и патогенных), яиц гельминтов.

Среди видов загрязнения природных вод различают *химическое, физическое и биологическое*.

Химическое загрязнение – это загрязнение вод органическими (нефтепродукты, фенолы, пестициды, синтетические поверхностно-активные вещества, или СПАВ, вещества растительного и животного происхождения и др.) и минеральными (соли, кислоты, щёлочи, соединения тяжёлых металлов) веществами. Одними из самых опасных и распространённых загрязнителей вод являются нефть и нефтепродукты. Загрязнение вод нефтью происходит в результате её естественных выходов в районах залегания, при нефтедобыче, транспортировке, переработке и использовании в качестве топлива и промышленного сырья. Нефть и нефтепродукты способны загрязнить огромные пространства, покрывая водоёмы тонкой плёнкой. Нефтяная плёнка приводит к гибели большого количества живых организмов (млекопитающих и птиц), нарушает процессы фотосинтеза и газообмен между гидросферой и атмосферой.

Физическое загрязнение природных вод включает тепловое, механическое и радиоактивное. *Тепловое* загрязнение связано со сбросом в водоёмы нагретых вод тепловых и атомных электростанций. *Механическое* загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, шлам, ил и др.). Весьма опасным является *радиоактивное* загрязнение воды. Наиболее вредны долгоживущие и подвижные в воде радиоактивные элементы (стронций-90, радий-226, цезий-137 и др.). Они попадают в поверхностные водоёмы при сбрасывании радиоактивных отходов и захоронении их на дне, в подземные воды – в результате просачивания вглубь земли вместе с атмосферными осадками или в результате взаимодействия подземных вод с радиоактивными горными породами.

Биологическое загрязнение воды носит временный характер. Это загрязнение вирусами, бактериями, болезнетворными организмами, водорослями и т. д.

Загрязняющие вещества, поступая в природные воды, вызывают изменение их физических свойств (нарушение первоначальной прозрачности и цветности, появление неприятных запахов и привкусов и т. п.), химического состава, появление новых бактерий, в том числе болезнетворных. Одной из причин ухудшения качества воды является эвтрофикация водоёмов. *Эвтрофикация* – процесс насыщения вод

биогенными элементами (особенно азотом и фосфором) естественным или антропогенным путём, сопровождающийся ростом биологической продуктивности водоёмов. Следствие эвтрофикации – интенсивный рост водорослей и других растений, накопление органических веществ и других продуктов отмирания организмов. Это создаёт условия для увеличения численности организмов-редуцентов, питающихся мертвым органическим веществом и разлагающих его до исходных минеральных элементов и углекислого газа. Редуценты в процессе жизнедеятельности интенсивно поглощают кислород. Конечный результат таких явлений – обескислороживание водной среды и замена аэробных (с участием кислорода) процессов на анаэробные, протекающих в бескислородной среде. При анаэробных процессах в водную среду выделяются сероводород, метан и другие ядовитые загрязняющие вещества.

Основными источниками азота и фосфора являются минеральные удобрения, а в ряде случаев моющие средства, компоненты которых – поверхностно-активные вещества (ПАВ) – изготавливаются на фосфорной основе. Источниками эвтрофикации вод являются также бытовые и промышленные стоки, животноводческие комплексы, подогретые воды, рекреационные воздействия.

Для предотвращения загрязнения водных ресурсов и улучшения их качества необходимо осуществлять очистку сточных вод. В настоящее время существуют следующие методы их очистки: механические, физико-химические, химические, биологические и термические (рис. 2.4).

Механическая очистка служит для отделения из сточных вод нерастворенных веществ. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решётками, ситами, песколовками, а поверхностные загрязнения – нефтеловушками, бензомаслоуловителями, отстойниками и др. Механическая очистка позволяет выделять из бытовых сточных вод до 60–75 % нерастворимых примесей, а из промышленных – до 95 %.

Химическая очистка заключается в добавлении специальных реагентов в сточные воды, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых в воде соединений. Уменьшение нерастворимых примесей при помощи химической очистки достигает 95 %, а растворимых – до 25 %. Чаще всего химические методы используют для нормализации *pH* сточных вод или осаждения нерастворимых солей и гидроксидов тяжёлых металлов.

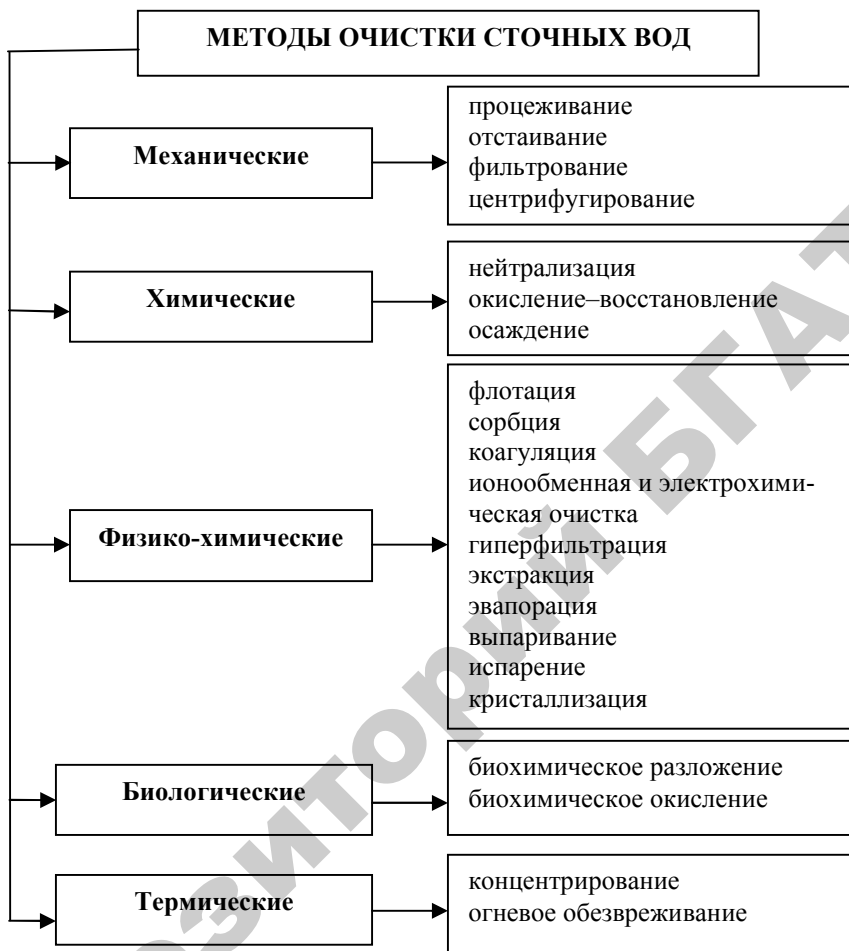


Рис. 2.4. Методы очистки сточных вод

При *физико-химической* очистке из сточных вод удаляются тонкодисперсные и растворенные неорганические примеси, а также разрушаются органические и плохо окисляемые вещества.

Биологическая очистка применяется в случае загрязнения сточных вод растворёнными органическими веществами. Процесс очистки основан на способности некоторых микроорганизмов (бактерий, простейших и др.) использовать указанные вещества для питания и развития. Биологическую очистку осуществляют в природных

и искусственных условиях. В природных условиях она происходит на полях фильтрации, полях орошения и в биологических прудах. Для искусственной биологической очистки применяют специальные сооружения – аэротенки и биофильтры.

Биологические пруды – это искусственно созданные неглубокие (0,5–1 м) водоёмы, в которых происходят те же процессы, что и при самоочищении водоёмов. Поля фильтрации представляют собой участки земли, на поверхности которых распределяют сточные воды в целях их очистки. На полях орошения одновременно с очисткой вод производится выращивание кормовых сельскохозяйственных культур.

В биофильтрах сточные воды пропускают через слой крупнозернистого материала, покрытого тонкой бактериальной плёнкой. Благодаря этой плёнке интенсивно протекают процессы биологического окисления. Аэротенки представляют собой железобетонные резервуары, в которых очистка сточных вод происходит при помощи активного ила, состоящего из бактерий и простейших организмов (рис. 2.5).

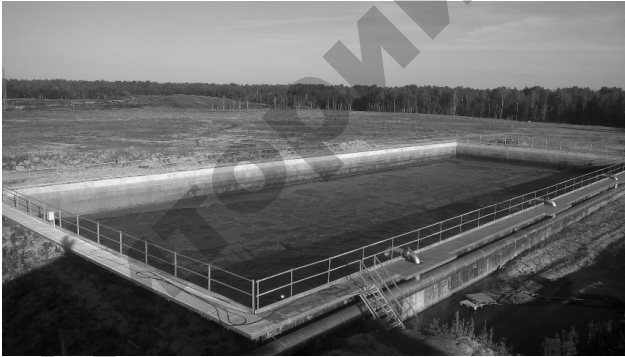


Рис. 2.5. Аэротенк

Термическая очистка сточных вод проводится в случае, если другие методы очистки малоэффективны. Он включает концентрирование и огневое обезвреживание сточных вод. Концентрирование применяется для выделения из сточных вод минеральных солей путём испарения (выпаривания) или вымораживания. При огневом обезвреживании сточные воды распыляют в нагретые до 900–1000 °С топочные газы. При этом вода полностью испаряется, органические примеси сгорают, а минеральные вещества образуют твёрдые или расплавленные частицы, которые затем улавливаются.

Гарантированное обеспечение всех отраслей экономики водными ресурсами требует оптимизации водопользования, которая достигается путём повышения эффективности их использования, снижения удельного водопотребления в промышленности и сельском хозяйстве, уменьшения непроемких потерь воды, сокращения общего объёма изъятия водных ресурсов путём внедрения систем повторного и оборотного водоснабжения. При повторном водоснабжении воду, использованную в каком-либо технологическом процессе и сохранившую достаточно качественные показатели, без промежуточной обработки подают для повторного применения в систему водоснабжения. При использовании оборотного водоснабжения нагретая и загрязнённая вода, сбрасываемая отдельным цехом или предприятием в целом, очищается, охлаждается и вновь подаётся для использования на те же объекты. В этом случае из природного источника забирается только 3–5 % общего количества воды, используемой предприятием, для восполнения потерь при её обороте. Оборотное водоснабжение позволяет уменьшить расход воды в десятки раз. В целом при повторном и оборотном водоснабжении резко снижается количество сточных вод, поэтому меньше загрязняются водоёмы.

Основные принципы государственной политики в области рационального использования и охраны водных ресурсов закреплены в Водной стратегии Республики Беларусь на период до 2020 года, разработанной в соответствии с Водным кодексом Республики Беларусь, и включают:

- *охрану водных объектов от загрязнения;*
- *устойчивое рациональное водопользование в промышленности и сельском хозяйстве;*
- *гарантированное снабжение населения качественной питьевой водой;*
- *снижение удельного водопотребления и повышение эффективности использования водно-ресурсного потенциала, в том числе за счёт расширения использования водных объектов для отдыха и туризма.*

Для охраны водных ресурсов от загрязнения, а также их рационального использования необходимо обеспечивать полную очистку сточных вод; совершенствовать технологию промышленного производства; заменять водяное охлаждение воздушным; разрабатывать и внедрять маловодную и безводную технологии; широко применять повторное и оборотное водоснабжение; рационально применять удобрения и пестициды.

Для предотвращения загрязнения, засорения и истощения водных объектов, а также сохранения среды обитания живых организмов на территориях, прилегающих к водным объектам, устанавливаются водоохранные зоны, в которых предусматривается специальный режим хозяйственной и иной деятельности. В пределах водоохранных зон выделяются прибрежные полосы строгого охранного режима. Минимальная ширина водоохранной зоны для водоёмов, малых рек составляет 500 метров, для больших и средних рек – 600 метров. В водоохранных зонах не допускаются распашка земель, выпас скота, применение ядохимикатов и удобрений, размещение объектов захоронения отходов, рубка леса, строительные работы.

Общей мерой по предотвращению попадания загрязняющих веществ в открытые водоёмы является также проведение агролесомелиораций и гидротехнических мелиораций, а также агротехнических мероприятий.

Агролесомелиорации заключаются в создании защитных полос в пределах верхней и средней части речных бассейнов, в результате чего уменьшается поверхностный сток и ослабляются процессы водной эрозии. Гидротехнические мелиорации основаны на поддержании благоприятного водно-воздушного режима почвогрунтов, препятствующего вымыванию питательных веществ из почвы. При орошении нужно не допускать больших поливных норм, приводящих к смыву удобрений или к подъёму грунтовых вод и засолению. Агротехнические мероприятия предполагают соблюдение правильного ведения сельскохозяйственных работ. Так, на участках, подверженных эрозии, вспашку проводят поперёк склонов с последующим выращиванием растений, обладающих достаточно развитой корневой системой. В прибрежной водоохранной зоне склоны должны быть изъяты из сельскохозяйственного использования и залужены.

2.4 Растительные ресурсы: значение, функции, современное состояние. Рациональное использование и охрана лесных ресурсов

Растительные ресурсы составляют часть природных богатств мира. На Земле существует приблизительно 500 тыс. видов растений, из которых около 25 тыс. используется человеком. Из растений человек научился получать более 20 тыс. различных продуктов, без которых трудно представить современную жизнь.

Растения – это первоисточник жизни на Земле. Только зелёные растения обладают способностью в процессе фотосинтеза создавать органическое вещество из углекислого газа и воды, используя энергию солнца. Велико их значение и как источника кислорода, без которого невозможна жизнь. Они принимают участие в процессе почвообразования, оказывают влияние на климат, служат средой обитания животных. Растительность создаёт необходимую среду и для жизни людей, является неиссякаемым источником разнообразных пищевых продуктов, технического и лекарственного сырья, строительных материалов. Дикорастущие виды растений – ценный и незаменимый генофонд для селекционной работы, для выведения новых, более продуктивных сортов. Немаловажно также их оздоровительное, рекреационное и эстетическое значение.

Естественный растительный покров Беларуси занимает около 65 % территории республики и представлен большей частью лесными, луговыми и болотными сообществами. Всего на территории нашей республики произрастает около 12 тыс. видов растений и грибов, из которых к настоящему времени выявлено 1680 видов сосудистых растений, 430 видов мохообразных, 477 видов лишайников, 2232 вида водорослей и 7000 видов грибов. Среди сосудистых растений преобладают травянистые (более 1500 видов); древесные растения представлены 107 видами, из которых 28 – деревья, остальные – кустарники, полукустарники и кустарнички. Природная растительность является ценным источником пищевого, лекарственного и технического сырья. Свыше 500 видов растений обладают полезными свойствами и используются в народном хозяйстве.

Наиболее значительное количество растений и многообразие их видов сосредоточено в лесах. Лес – совокупность древесно-кустарниковой растительности, живого надпочвенного покрова, диких животных и микроорганизмов, образующая природный комплекс. Среди естественной лесной растительности Беларуси выделяют хвойные, широколиственные, смешанные широколиственно-хвойные и мелколиственные леса. В настоящее время в Беларуси лесистость составляет около 40 %. В республике доминируют хвойные леса (сосновые и еловые). Среди широколиственных лесов основное место принадлежит дубравам, реже встречаются ясеневые и грабовые насаждения и кленовики. Мелколиственные представ-

лены березняками, черноольшаниками, осинниками, сероольшаниками. Кроме того, интродуцированы лиственница сибирская, дуб красный, акация белая, некоторые виды тополей и др. Под интродукцией понимают намеренное или случайное заселение какой-либо территории новым видом растений или животных.

Леса в Республике Беларусь являются исключительной собственностью государства. Общая площадь земель лесного фонда в 2015 году составила 9499,5 тыс. га.

В состав лесного фонда входят:

- 1) леса и покрытые ими земли;
- 2) лесные земли, не покрытые лесами (вырубки, гари, погибшие древостои, редины, пустыри, прогалины и др.); нелесные земли (например, болота, водоёмы и водотоки, другие неудобные для выращивания леса земли), предоставленные для ведения лесного хозяйства.

Значение лесов огромно, они выполняют множество функций. Среди них средообразующие, водоохранные, почвозащитные, санитарно-гигиенические, рекреационно-оздоровительные и производственные. В соответствии с экологическим, экономическим и социальным значением, местом нахождения и выполняемыми функциями леса Беларуси делятся на четыре категории.

1. Природоохранные леса. В их состав входят леса особо охраняемых природных территорий; леса, расположенные в границах мест обитания диких животных и произрастания дикорастущих растений, включённых в Красную книгу Республики Беларусь; леса типичных и редких природных ландшафтов и биотопов.

2. Рекреационно-оздоровительные леса. К ним относятся городские леса; лесопарковые зоны вокруг населённых пунктов; леса вокруг земельных участков, на которых расположены лечебные, санаторно-курортные, оздоровительные объекты.

3. Защитные леса. Это леса в водоохраных зонах; леса, расположенные в зонах санитарной охраны источников питьевого водоснабжения; лесополосы вдоль железных и автомобильных дорог.

4. Эксплуатационные леса. К ним относятся леса, не вошедшие в состав первых трёх категорий. Они предназначены для получения древесины и других видов ресурсов.

Лесные ресурсы Республики Беларусь включают не только древесину, но и живицу, второстепенные ресурсы (пни, корни, береста и

ветки деревьев, кора и др.), а также древесные соки, дикорастущие ягоды и грибы, плоды и орехи, лекарственные растения. Общий запас древесины в 2015 году составил 1714 м³. Её запасы в значительной степени определяются возрастным составом лесов (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Возрастной состав лесов (по данным за 2015 год)

В настоящее время при проведении планируемых рубок леса для заготовки древесины, разрубке трасс под различные коммуникации, расчистке территории для промышленных и других целей происходит уменьшение площади лесов. Кроме того, ежегодно отмечается гибель насаждений от различных других факторов. Основными причинами гибели лесов являются природно-климатические факторы (засухи, неравномерное выпадение осадков и ураганные ветры), болезни и вредители, а также лесные пожары. Чаще всего пожары возникают по вине людей, оставляющих непотушенные костры или окурки в местах отдыха либо проведения работ; при сжигании мусора владельцами дач и садовых участков на опушках леса; от сельскохозяйственных палов. Реже причиной пожара является удар молнии или самовозгорание торфяника.

Отношения в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов регулируются Лесным кодексом Республики Беларусь. Он направлен на рациональное (устойчивое) использование лесных ресурсов, сохранение и усиление всех функций леса.

К основным мероприятиям по охране и рациональному использованию лесных ресурсов относятся:

– *увеличение площади лесов путём лесоразведения и лесовосстановления;*

– *проведение рубок леса с учётом расположения участков лесного фонда, возраста насаждений и расчётной лесосеки, т. е. объёма ежегодного изъятия древесины спелых и перестойных насаждений;*

– *борьба с лесными пожарами;*

– *борьба с болезнями и вредителями.*

Лесоразведение и лесовосстановление проводятся путём посева семян и посадки лесных саженцев или другого посадочного материала. При этом создаются в основном смешанные насаждения, обладающие более высокой биологической устойчивостью и производительностью. Выращивание посадочного материала лесных растений осуществляется в лесных питомниках, а также в тепличных хозяйствах. Заготовка семян производится на объектах лесосеменной базы, а также в естественных лесных насаждениях.

Леса нашей страны чрезвычайно уязвимы в отношении пожаров. Охрана леса от пожаров включает три направления: 1) предупреждение; 2) своевременное обнаружение; 3) локализация и тушение.

Так как основной причиной возникновения лесных пожаров является человеческий фактор, важное значение имеет соблюдение Правил пожарной безопасности для всех работающих и отдыхающих в лесу. Особая роль в предупреждении пожаров принадлежит противопожарным барьерам, т. е. естественным или специально созданным препятствиям, ограничивающим распространение лесного пожара. К ним относят противопожарные разрывы, минерализованные полосы, мелиоративные каналы, пожароустойчивые опушки лиственных пород, дороги, озёра, реки, болота и т. д.

Для организации обнаружения, предотвращения и устранения лесных пожаров в Республике Беларусь функционирует государственная лесная охрана. Также в государственных лесохозяйственных учреждениях созданы пожарно-химические станции и пункты противопожарного инвентаря, оснащённые необходимыми средствами пожаротушения.

Большой ущерб лесному хозяйству наносят болезни и вредители. В настоящее время меры борьбы с ними включают:

1) надзор за появлением и распространением вредителей и болезней;

2) карантин растений, который препятствует проникновению новых видов вредителей и болезней из других стран;

3) лесохозяйственные мероприятия, направленные на создание и формирование устойчивых к вредителям и болезням насаждений;

4) физико-механический метод, объединяющий разнообразные приёмы борьбы, при которых насекомых уничтожают физическими средствами или с помощью простейших механических приспособлений;

5) химический метод, основанный на применении пестицидов;

6) биологический метод, который подразумевает использование насекомоядных птиц и зверей, хищных и паразитических насекомых, патогенных бактерий и вирусов.

2.5 Животный мир планеты и Республики Беларусь

Неотъемлемым компонентом окружающей среды является животный мир. В настоящее время на Земле насчитывается около 2 млн видов животных. Они играют огромную роль в круговороте веществ и энергии, что определяется высоким уровнем энергетических процессов, протекающих в их организмах, значительным многообразием и большой подвижностью. Исключительно велико средообразующее значение диких животных. Они участвуют в образовании почв и обеспечивают их плодородие, оказывают влияние на формирование химического состава поверхностных и подземных вод. Особое значение они имеют в жизни растений (опыление растений, распространение семян, ухудшение или улучшение состояния растительного покрова). Немаловажную роль играют животные и в жизни человека. Использование ресурсов животного мира предполагает промысловые виды природопользования (охота с отстрелом или отловом животных, рыболовство) и сельскохозяйственное производство (звероводческие фермы, разведение рыбы, пчеловодство). Многие животные являются важным источником технического сырья для промышленности. Также они служат объектами различных научных исследований. Общеизвестно их эстетическое значение.

Животный мир Беларуси в настоящее время включает 469 видов позвоночных и более 30000 видов беспозвоночных (простейшие, мшанки, моллюски, черви, насекомые, паукообразные, ракообразные и др.). Млекопитающие представлены 77 видами. Из парнокопытных самыми крупными являются лось, благородный олень, дикий кабан и европейский зубр. К числу хищников относятся бурый медведь, волк, европейская рысь, лисица, барсук, европейская выдра, лесная и каменная куницы, европейская норка, горностай, ласка. Наибольшим разнообразием среди позвоночных животных отличаются птицы, число видов которых составляет 309. Самыми многочисленными являются представители отрядов: воробьинообразные, ржанкообразные, гусеобразные, ястребообразные, дятлообразные. В составе ихтиофауны 64 вида рыб, которые представлены отрядами: осетрообразные, сельдеобразные, щукообразные, карпообразные, угреобразные, трескообразные, корюшкообразные, окунеобразные.

Ряд представителей фауны республики имеет ресурсное значение и используется в хозяйственной деятельности. В настоящее время к ресурсным видам животных из позвоночных относят 21 вид млекопитающих, 29 видов птиц и 1 вид рептилий (гадюка обыкновенная), а из беспозвоночных – 2 вида (рак узкопалый и виноградная улитка). Важное хозяйственное значение имеют промыслово-охотничьи виды животных: лось, кабан, косуля, олень, волк, два вида зайцев, бобр, ондатра. Из птиц – массовые виды водоплавающих, глухарь, тетерев, рябчик, вальдшнеп, серая куропатка. Промысловое значение имеют 29 видов рыб, среди которых плотва, окунь, густера, ёрш, уклея, снеток, угорь, судак, сазан, лещ, щука, язь, красноперка, жерех, линь, золотой карась, сом, налим и др.

Хозяйственная деятельность человека оказывает прямое и косвенное влияние на животных. В целом вымирание одних и появление других видов неизбежно и закономерно. Это происходит в ходе эволюции, при изменении климатических условий, ландшафтов, в результате конкурентных взаимоотношений. В естественных условиях данный процесс протекает медленно. Начиная с XVII века, основным фактором ускорения вымирания видов животных стала хозяйственная деятельность человека. По данным Международного союза охраны природы (МСОП), с 1600 года исчезло 120 видов амфибий, 94 вида птиц, 63 вида млекопитающих. Из этого количества гибель 75 % видов млекопитающих и 87 % птиц связана

с деятельностью человека. Причинами исчезновения отдельных видов обычно являются нарушение местообитания и чрезмерная добыча. К числу других причин относятся: влияние со стороны интродуцированных видов, ухудшение кормовой базы, целенаправленное уничтожение с целью защиты сельского хозяйства и промышленных объектов. В Беларуси с начала XVII века исчезло около 10 видов млекопитающих. Среди них 2 вида вымершие – лесной тарпан и тур. Перестали встречаться северный олень, лесной кот, лань, песец, россомаха, выхухоль. Были полностью истреблены благородный олень и зубр. Благородный олень позже был реинтродуцирован, а популяция зубра восстановлена из особей, содержащихся в неволе. За последние 1,5–2 столетия с территории страны исчезло около 10 видов птиц (стрепет, саджа, дрофа и др.), однако появились и новые виды, что свидетельствует об активных процессах динамики орнитофауны.

В настоящее время перспективно развивающимся направлением деятельности в Республике Беларусь является ведение охотничьего хозяйства. Оно осуществляется пользователями охотничьих угодий и включает деятельность по охране, воспроизводству и рациональному использованию ресурсов охотничьих животных и организации охоты. Охотничье хозяйство не имеет самостоятельной и единой структуры. Оно развивается и функционирует во взаимосвязи с лесным, сельским хозяйством и находится в большой зависимости от них. Использование охотничьего фонда осуществляют охотники-спортсмены, объединённые в добровольные общественные организации, которые арендуют охотничьи угодья и ведут там хозяйство. В 2015 г. площадь арендованных охотничьих угодий Республики Беларусь составила 16,6 млн га. Ведение охотничьего хозяйства осуществляют 253 юридических лица различной подчинённости. Крупнейшим пользователем охотничьих угодий в Беларуси является Белорусское общество охотников и рыболовов, у которого в эксплуатации находится около 10 млн гектаров. Данная общественная организация насчитывает около 95 тыс. членов. Другими крупными пользователями охотничьих угодий в республике являются Министерство лесного хозяйства, Управление делами Президента Республики Беларусь, Белорусское военно-охотничье общество и др. В настоящее время сеть охотничьих хозяйств расширяется, ведётся их интенсификация – повышение продуктивности охотничьих угодий путём обогащения новыми ценными видами

диких животных, дичеразведения, селекции животных в природе и нормированной эксплуатации отдельных популяций.

Одно из важнейших богатств Беларуси – ихтиофауна. Ещё несколько столетий назад она характеризовалась наличием и большим разнообразием лососевых, сиговых, осетровых рыб. В XX столетии из состава ихтиофауны исчезли минога речная и 9 видов рыб: осетры атлантический и русский, белуга, вырезуб и др. Основной причиной этого является деятельность человека. Так, например, гидротехническое и мелиоративное строительство в результате перераспределения стока приводит к нарушению естественной среды обитания рыб, в том числе и нерестилищ. Эвтрофикация водоёмов, сопровождающаяся изменением качества водных экосистем и ухудшением среды обитания, является причиной изменений в трофических цепях водных экосистем. При этом в фитопланктоне доминирующую роль приобретают сине-зелёные водоросли, что приводит к смене видового состава зоопланктона и в конечном итоге – ихтиофауны.

Использование рыбных ресурсов в Беларуси осуществляется с помощью организации рыболовного хозяйства юридическими лицами и использования рыбных ресурсов населением на общих основаниях. В настоящее время рыбохозяйственная деятельность в республике осуществляется по двум основным направлениям: рыбоводство (разведение и выращивание рыбы в искусственных или естественных водоёмах) и ведение рыболовного хозяйства.

Основное производство рыбы в Беларуси приходится на прудовое рыбоводство. Производственная база рыбоводства представлена полносистемными прудовыми хозяйствами (20 рыбхозов, в том числе 18 – в системе Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь), где рыбу выращивают от икры до столового размера и массы. Наиболее распространённые объекты прудового хозяйства – карп и сазан, затем идут линь и карась (в основном серебряный). Реже разводят и выращивают в прудах щуку, судака, сома, ряпушку, белого амура, белого и пестрого толстолобика, стерлядь и некоторых других рыб. В настоящее время задачей рыбоводства является не только наращивание производства объёмов рыбы, но и расширение её видового состава за счёт ценных видов рыб (форель, осетровые и сомовые).

Ведение рыболовного хозяйства в Беларуси проводится арендаторами (пользователями) рыболовных угодий как путем организации платного любительского, так и промыслового рыбоводства.

В настоящее время оно возможно на 605 водоёмах общей площадью 150,1 тыс. га и 6,1 тыс. км рек.

Рациональное использование и охрана всех объектов животного мира в Республике Беларусь регулируется законом «Об охране и использовании животного мира».

Охрана охотничьих животных осуществляется путём проведения биотехнических мероприятий, которые направлены на увеличение их запасов и повышение продуктивности охотничьих угодий. Они включают улучшение кормовой базы путём посадки или посева кормовых растений; подкормку животных; улучшение защитных условий для них; сохранение мест и условий размножения; профилактику заболеваний; оказание помощи животным во время стихийных бедствий и др. К иным мерам охраны относятся расселение, акклиматизация (обеспечение приспособления к новой среде обитания), интродукция и скрещивание охотничьих животных; разведение их в неволе для последующего вселения в охотничьи угодья; нормирование изъятия охотничьих животных. Правовые основы ведения охотничьего хозяйства, организации и осуществления охоты на территории Республики Беларусь устанавливают Правила ведения охотничьего хозяйства и охоты.

К важнейшим мерам охраны пресноводных рыб относят охрану нерестилищ и мест их зимних концентраций (зимовальных ям), а также содержание в надлежащем санитарном состоянии береговых участков рыболовных угодий. Для повышения биологической продуктивности водоёмов проводятся работы по зарыблению, в том числе расселению, интродукции и акклиматизации рыбы. Использование рыбных ресурсов в нашей республике регулируется Правилами ведения рыболовного хозяйства и рыболовства.

2.6 Биологическое разнообразие, его экологическое и экономическое значение. Особо охраняемые природные территории Республики Беларусь

Основное условие поддержания жизни на Земле – способность биосферы создавать и поддерживать равновесие между входящими в её состав экосистемами. Эта способность во многом определяется биологическим разнообразием.

Биоразнообразие (биологическое разнообразие) – всё многообразие форм жизни на Земле, миллионов видов растений, животных, микроорганизмов с их наборами генов и сложных экосистем, образующих живую природу. Это разнообразие жизни во всех её проявлениях, а также показатель сложности биологической системы, разнокачественности её компонентов. Оно имеет три уровня организации: генетический (разнообразие генов и их вариантов), видовой (разнообразие видов в экосистемах) и экосистемный (разнообразие самих экосистем).

Биоразнообразие представляет собой уникальную особенность живой природы. Именно благодаря ему обеспечивается стабильность экосистем во времени и их устойчивость к изменениям внешней среды, в том числе и в результате антропогенных воздействий. Элементы биологического разнообразия представляют хозяйственную и научную пользу для человека в настоящее время или могут оказаться полезными в будущем. Например, в поисках новых лекарственных препаратов или способов лечения. Значимость биоразнообразия можно также характеризовать в этическом и эстетическом аспектах. Человечество в целом является частью экологической системы планеты и зависит от её благополучия. Красота, присущая биоразнообразию, служит источником вдохновения. Природа прославляется и воспевается художниками, поэтами и музыкантами всего мира. Биоразнообразие имеет большое значение для организации рекреационной деятельности. Красивые ландшафты, богатые видами разнообразные экосистемы – важнейшее условие для развития туризма и отдыха. Быстрое расширение этого вида деятельности зачастую является основным источником дохода для отдельных государств.

Особое место среди глобальных экологических проблем современности занимает сокращение биоразнообразия. В настоящее время происходит массовое уничтожение природных экосистем и исчезновение многих видов живых организмов. По оценкам учёных, в последние годы под угрозой исчезновения находятся 14 % известных видов растений, 11 % видов птиц и млекопитающих и 30 % рыб.

Наиболее эффективной формой сохранения биоразнообразия является организация *особо охраняемых природных территорий (ООПТ)*.

ООПТ представляют собой участки земли с уникальными, эталонными или иными ценными природными комплексами и объектами, имеющими особое экологическое, научное, эстетическое и иное

значение, в отношении которых установлен особый режим охраны и использования. На начало 2015 года площадь ООПТ в Республике Беларусь составляла 8,2 % от общей площади страны. Выделяют четыре категории ООПТ: заповедник, национальный парк, заказник и памятник природы (рис. 2.7, табл. 2.4).

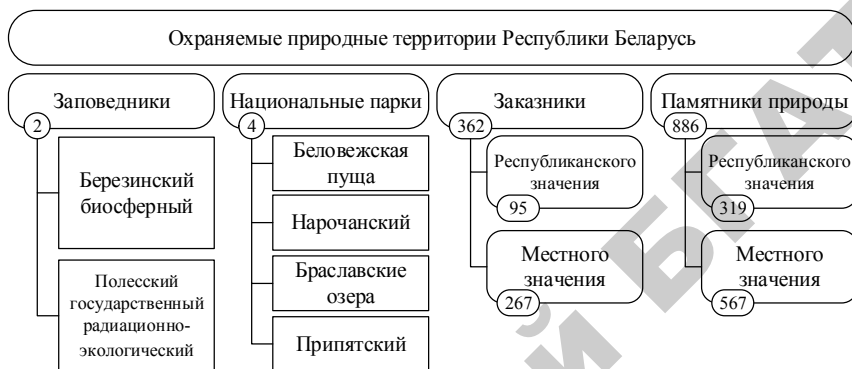


Рис. 2.7. Система ООПТ Республики Беларусь

Заповедник – это территория, на которой сохраняется в естественном состоянии весь его природный комплекс. В заповедниках запрещена любая хозяйственная деятельность человека, а земли изъяты из любых форм пользования.

Заказник – одна из форм целевой охраны природы, когда постоянно или временно охраняется какой-либо один из природных компонентов. Например, заказник клюквенник, лекарственных растений, охотничий, гидрологический, озёрный, ландшафтный и т. п.

На территории *национального парка* в целях охраны окружающей среды хозяйственная деятельность человека ограничена. В отличие от заповедников природные комплексы и объекты национального парка используются для туризма и отдыха. В *заказниках* под охраной находится либо весь природный комплекс, либо некоторые его части (например, виды растений или животных, геологические, водные объекты). *Памятник природы* представляет собой небольшой по размерам уникальный и ценный в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природный комплекс или объект (участок леса с ценными древесными породами, вековой дуб, крупный валун и т. д.).

Заповедники и национальные парки Беларуси

Наименование	Краткая характеристика
Березинский биосферный заповедник	Образован в 1925 году, с 1979 года входит во Всемирную сеть биосферных заповедников. Большую часть территории (89 %) занимают лесные экосистемы. Особый интерес представляют аборигенные естественные лесные формации сосновых, черноольховых и пушистоберёзовых болотных лесов, существующих как обширные болотные массивы. На территории заповедника известно более 2000 видов растений, 56 видов млекопитающих, 234 вида птиц и 33 вида рыб
Беловежская пуца	Как старый девственный лес упоминается еще в Ипатьевской летописи 983 г. За всю историю принадлежала различным государствам и практически всегда была местом охоты высшей знати. Статус национального парка приобрела в 1991 году. В 2014 году Беловежская пуца, включая польскую и белорусскую части, стала единым объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО. Здесь встречается около 70 % растений, произрастающих на территории всей нашей республики (более 1000 видов высших сосудистых растений, около 270 видов мохообразных, более 290 видов лишайников). Млекопитающие животные представлены 59 видами, что составляет 85 % фауны Беларуси. Среди них наибольший интерес представляет зубр, внесённый в международную Красную книгу. Орнитофауна насчитывает 250 видов
Припятский	В 1969 году был создан Припятский государственный ландшафтно-гидрологический заповедник, преобразованный в 1996 году в национальный парк. Основу парка составляют леса, которые вместе с болотами и пойменно-речными комплексами занимают около 95 % площади. Наиболее широко распространены сосняки и дубравы. Флора представлена 929 видами высших растений, а также 196 видами мхов, 184 видами лишайников и 321 видом водорослей

Наименование	Краткая характеристика
	На территории национального парка обитает 51 вид млекопитающих, 250 видов птиц и 38 видов рыб. Пойма Припяти – крупнейшее миграционное русло перелётных птиц в Европе
Браславские озера	Образован в 1995 году. Около 67 % территории занято лесами, 17 % – озёрами. В национальном парке произрастает более 1900 видов растений, обитает 312 видов позвоночных животных, в том числе 216 видов птиц, 45 видов млекопитающих, 34 вида рыб
Нарочанский	Создан в 1999 году. 17 % площади парка занимают озёра, которые окружены нетронутыми лесами. На территории парка произрастает более 2300 видов растений, в том числе 1443 вида высших сосудистых, и обитает 326 видов позвоночных животных, из которых 49 видов млекопитающих, 230 видов птиц и 35 видов рыб

В настоящее время многие виды растений и животных представлены столь небольшими по численности популяциями, что их будущее вызывает серьёзную тревогу. С целью их охраны в 1963 году Международный союз охраны природы (МСОП) начал вести международный список видов, находящихся под угрозой исчезновения. Данный список было предложено назвать Красной книгой, так как красный цвет символизирует собой опасность. Красные книги бывают различного уровня: международные, национальные и региональные.

Красная книга Республики Беларусь представляет собой аннотированный перечень редких видов флоры и фауны, стоящих перед угрозой исчезновения на территории страны.

Первое издание книги вышло в 1981 году на белорусском языке согласно постановлению Совета Министров БССР 1979 года. Оно состояло из одного тома и включало 80 видов животных и 85 видов растений. Второе, двухтомное, издание появилось уже в независимой Беларуси в 1993 году и включало 182 вида животных и 214 видов растений. Третье издание вышло в 2004 году на русском языке и состояло из 189 видов животных и 274 видов растений.

Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 09 июня 2014 г. были установлены новые списки находящихся под угрозой исчезновения на территории республики видов диких животных (202 вида) и дикорастущих растений (303 вида), включаемых в 4-е издание Красной книги Республики Беларусь, которое вышло в 2015 году. В конце книги имеется «чёрный список» исчезнувших или не найденных в последние годы на территории Беларуси видов.

Создание Красной книги – первый шаг на пути сохранения не только редких и находящихся под угрозой исчезновения представителей флоры и фауны, но и биологического разнообразия в целом. За этим должна следовать серьёзная целенаправленная научная и практическая работа по охране редких видов и мест их обитания.

2.7 Земельные ресурсы как национальное богатство. Земельные ресурсы, их структура и оценка. Государственный земельный кадастр

Земельные ресурсы – это часть земельного фонда страны, которая пригодна для хозяйственного использования. Они являются национальным богатством и создают основу для сельскохозяйственного производства, ведения лесного хозяйства, а также для городской застройки, расселения сельского населения, размещения промышленных предприятий, транспортных коммуникаций и всех других видов наземной деятельности человека.

Земельные отношения в Республике Беларусь регулируются Конституцией Республики Беларусь, актами Президента Республики Беларусь, Кодексом о земле, а также принимаемыми в соответствии с ними другими актами законодательства. Нормы гражданского законодательства применяются к земельным отношениям с учётом положений, установленных земельным законодательством.

Управление земельными ресурсами в Республике Беларусь определяется проводимой государственной земельной политикой, целью которой является повышение эффективности использования и охраны земельных ресурсов как неотъемлемого условия устойчивого социально-экономического развития страны. Основной задачей текущего периода является совершенствование земельных отношений и организационно-экономического механизма регулирования землепользования.

Посредством механизма управления земельными ресурсами и регулирования земельных отношений реализуются цели и задачи государственной земельной политики (рис. 2.8).

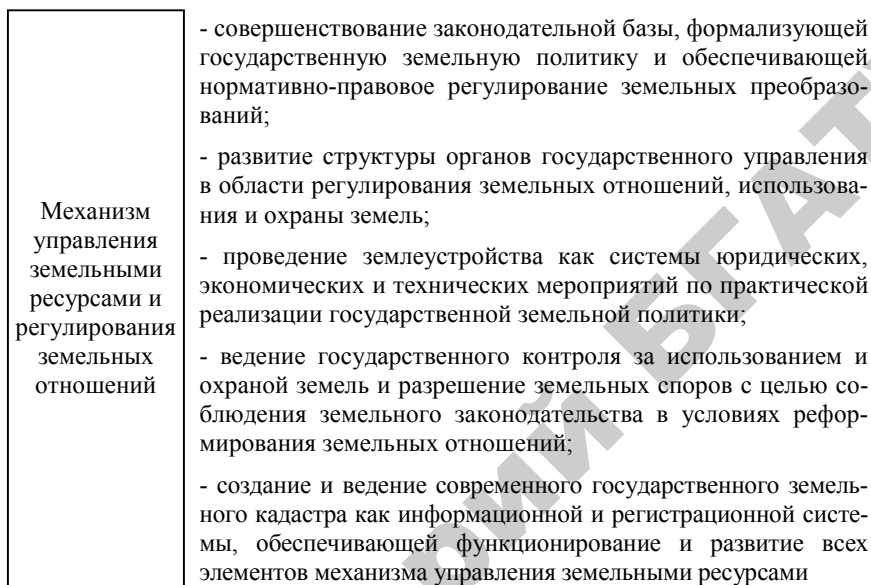


Рис. 2.8. Механизм управления земельными ресурсами и регулирования земельных отношений

Повышение эффективности землепользования связано с оптимальным распределением земель по сферам и отраслям народного хозяйства, радикальным улучшением результативности использования этого ресурса во всех без исключения сегментах экономики. Генеральным направлением в распределении земель в процессе хозяйственной деятельности остается учёт необходимости максимального сохранения сельскохозяйственных угодий, дальнейшее совершенствование их структуры. Однако сельскохозяйственное использование земель не всегда может быть признано как наиболее рациональное. Интересы гармоничного развития экономики страны требуют отвода под промышленное, транспортное, жилищное строительство, на рекреационные цели всё новых и новых земель. Задача в том, чтобы изъятие земель сводилось к минимуму и по возможности осуществлялось вовлечение в народно-хозяйственный оборот ранее не используемых территорий.

Земельный фонд Республики Беларусь – это площадь страны, которая составляет 20759,6 тыс. га. В Европе по этому показателю Беларусь занимает 14-е место.

Наибольшие площади земельного фонда заняты сельскохозяйственными угодьями – это те участки земли, которые используются в сельскохозяйственном производстве.

Часть территории Беларуси (23 %) занимает зона радиоактивно-го загрязнения и вследствие исключения из оборота радиационно опасных земель. Исключение из оборота загрязнённых в результате аварии на ЧАЭС территорий, отводы земель под различные виды строительства, промышленные объекты, на природоохранные цели привели к снижению обеспеченности сельхозугодьями в расчёте на каждого жителя страны с 1,1 до 0,9 га. Обеспеченность пашней – землями, которые представляют особую ценность и являются наиболее интенсивно эксплуатируемой частью земельных ресурсов, сократилась с 0,64 до 0,58 га. Но при этом для Беларуси характерна высокая распаханность территории – около 27 %, что почти в три раза превышает среднемировые показатели.

Совокупность систематизированных сведений и документов о правовом режиме, состоянии, качестве, распределении, хозяйственном и ином использовании земель, земельных участков называется Государственным земельным кадастром.

Земельный кадастр отличается от других видов кадастров тем, что в качестве основного объекта выступает земля как источник материальных благ и средство производства. Специфика методики этого кадастра определяется особенностями земли – специфического средства производства. Земля является всеобщим предметом и условием труда, совершенно необходимым для существования любого производства. В обрабатывающей промышленности и строительстве она функционирует как пространственный операционный базис, т. е. место для совершения процесса труда. В добывающей промышленности земля служит и предметом труда для добычи определённых богатств природы. В сельском хозяйстве земля выступает не только как место, где осуществляется процесс труда, но и как предмет труда, и орудие труда. Здесь она – главное средство производства.

Почвенный покров является важнейшим природным образованием. Его значение для жизни общества определяется тем, что почва является основным источником продовольствия, обеспечивающим 97–98 % продовольственных ресурсов населения планеты.

Система рационального использования земель должна носить природоохранный, ресурсосберегающий характер и предусматривать сохранение почв, ограничение воздействия на растительный и животный мир, геологические породы и другие компоненты окружающей среды.

Совокупность процессов, приводящих к изменению функций почвы как элемента природной среды, количественному и качественному ухудшению её свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель называется *деградацией земель*.

Деградация земель означает долгосрочное снижение функционирования и производительности экосистем. Интенсивность и масштабы деградации земель увеличиваются во многих регионах мира. Деградации подвергаются 20 % пахотных, 30 % лесных и 10 % пастбищных земель. Деградация земель является, в первую очередь, результатом плохого управления земельными ресурсами. Её провоцируют нерациональное ведение сельскохозяйственного производства; уничтожение лесного и прочего вегетативного покрова, неправильный выпас скота. Последствиями деградации земель являются снижение плодородия, нарушение функционирования экосистем, потеря биоразнообразия, что ведёт к утрате продовольственной безопасности, вынужденной миграции населения.

Наиболее важными индикаторами деградации земель являются снижение продуктивности, оскудение природного биологического разнообразия, снижение способности противостоять внешним воздействиям.

На территории Беларуси проявление деградации земель в различных её формах связано и обусловлено несоблюдением норм и правил рационального использования и охраны земельных ресурсов.

К основным категориям сельскохозяйственных угодий относятся: пашни, многолетние насаждения (сады, ягодники), залежи (пашни, не обрабатываемые в течение длительного времени), сенокосы и пастбища. В структуре земельного фонда Беларуси сельскохозяйственные земли занимают наибольшую площадь (9205 тыс. га, или 44,3 %), что свидетельствует о высокой степени сельскохозяйственной освоенности территории страны. Следствием широкомасштабного освоения и вовлечения в сельскохозяйственный оборот всё новых и новых земель, от огромных болотных массивов до мелкоконтурных западин на пахотных землях, явилось нарушение экологической стабильности и расширение масштабов деградации земель.

Применительно к природно-территориальным условиям и особенностям хозяйственного использования территории Беларуси деградация земель проявляется в следующих основных формах:

- *химическое, в том числе радионуклидное загрязнение земель.*

Химическое загрязнение земель отмечается в районах влияния крупных городов и промышленных центров республики, придорожных полос основных транспортных автомобильных и железнодорожных магистралей. Следует рассматривать как положительную тенденцию тот факт, что практически не наблюдается расширения масштабов химического загрязнения земель тяжёлыми металлами, стойкими органическими соединениями.

Наиболее опасным видом химического загрязнения почв Беларуси является их радионуклидное загрязнение, обусловленное аварией на Чернобыльской АЭС. Масштабы распространения радионуклидного загрязнения почв на территории Беларуси не имеют аналогов в мире. В настоящее время его зона охватывает 21 % территории страны, в том числе 1,3 млн га сельскохозяйственных и 1,6 млн га лесных земель.

На нераспаханных землях радионуклиды сконцентрированы преимущественно в верхнем (5–10 см) слое почв, а на пахотных и пойменных землях проникли на глубину 20 см и больше. В настоящее время отмечается горизонтальная миграция радионуклидов, что вызывает вторичное загрязнение почв и формирование выраженных геохимических аномалий.

- *деградация и ухудшение свойств торфяных почв при сельскохозяйственном использовании и в результате добычи торфа.*

Торфяные почвы различных типов и с различной мощностью торфа до начала их интенсивного хозяйственного использования занимали свыше 14,0 % от общей площади республики. Наибольшее количество торфяных почв (свыше 66,5 %) расположено в регионе белорусского Полесья.

В результате мелиоративной кампании в 60–70-х гг. XX в. на территории белорусского Полесья для сельскохозяйственных целей было осушено около миллиона гектаров торфяных почв. Многие из них использовались для возделывания пропашных культур, что привело к интенсивному срабатыванию торфа и деградации земель. Общая площадь деградированных земель (содержание органического вещества в которых составляет менее 50 %) – около 250 тысяч гектаров. Около 516 000 га – естественных болот с нарушенным гидрологическим режимом.

Болота поглощают углекислый газ и вырабатывают кислород, формируют климат и поддерживают биологическое равновесие. Один гектар естественных болотных угодий способен поглотить около тонны парниковых газов. В Беларуси на каждого жителя ежегодно приходится 6 тонн парниковых газов; в Германии – 11, в США – 25 тонн.

Когда болото функционирует как природная экосистема, отмершая биомасса не разлагается полностью. Часть её накапливается в полуразложившемся виде, образуя торфяную залежь. При этом часть углерода аккумулируется в органическом веществе, то есть болото изымает углекислый газ из атмосферы. Если процесс торфообразования нарушен, что чаще всего является следствием мелиорации, то на смену аккумуляции углерода приходит процесс минерализации органического вещества торфа, который сопровождается интенсивным выделением углекислого газа в окружающую среду. Следовательно, осушенное болото не снижает выбросы парниковых газов, а, наоборот, является их источником. Осушенные болота являются источником 10 % углекислого газа, поступающего в атмосферу нашей планеты. Наряду со странами Центральной Европы, юго-восточной Индонезии и севером Америки Беларусь лидирует по выбросу парниковых газов из болот.

Следствием чрезмерного выделения парниковых газов является изменение климата, которое и произошло на некоторой территории Беларуси. Среднегодовая температура повысилась на 1,1 °С, увеличилось число и повторяемость весенних заморозков.

В Беларуси 228 600 га выработанных торфяных месторождений, из них более 200 тысяч гектаров целесообразно восстановить.

В республике преобладают торфяные болота низинного типа, на которые приходится около 82 % общей площади торфяного фонда Беларуси. К настоящему времени в Республике Беларусь полностью деградировано около 190 тыс. га торфяных почв, на которых слой торфа разрушен полностью, а на поверхность площадью 18,2 тыс. га вышли малопродуктивные пески.

Наибольшей трансформации подвержены торфяные болота в результате гидротехнической мелиорации и добычи торфа в качестве топлива и органического удобрения. В настоящее время в пределах территории Беларуси осушено около 1,45 млн га торфяных почв, из них для сельскохозяйственных целей – 1,1 млн га.

- *деградация земель в результате добычи полезных ископаемых*, строительных материалов, дорожного и других видов строительства, а также их затопление и подтопление.

Полное техногенное преобразование земной поверхности произошло в районе добычи калийных солей, где шахтным способом извлекается порядка 30 млн тонн породы в год. За время функционирования ПО «Беларуськалий» с начала 60-х годов XX столетия на ранее плодородных землях скопилось свыше 730 млн тонн твёрдых глинисто-солевых шламов на площади около 2 тыс. га.

В результате ведения подземных горных работ за счёт деформации и сдвигов горных пород произошли просадки поверхности земли на территории 120–130 км². В пределах просадок, достигающих нередко 3,5–4 м, происходит деградация почв, развиваются процессы заболачивания и подтопления.

Значительную трансформацию земель вызывают жилищное, дорожное, мелиоративное и гидротехническое строительство. Эти виды работ привели к преобразованию земной поверхности на территории свыше 10 тыс. км².

Техногенное преобразование земель активизирует процессы, которые ведут к деградации земель: развитие отвалов, осыпей, размывов, оползней, оврагов, разрушение берегов водных объектов, проявление дефляции почв и др.

Деградации земель и формированию пустошей способствует интенсивное применение тяжёлой техники, проведение военных учений, строительство различных наземных и подземных объектов, проведение боевых стрельб, взрывных работ, пиротехнических и других мероприятий.

- *деградация земель лесного фонда* в результате нерационального лесопользования, лесных пожаров и пожаров на торфяниках.

Увеличилась площадь эродированных и эрозионно опасных земель среди земель лесного фонда за счёт передачи на баланс лесного хозяйства низкопродуктивных, не покрытых лесом земель, нередко подвергнутых разрушению. Активизации водной, а на песчаных почвах – ветровой эрозии, способствуют сплошные рубки леса. Переосушение лесных земель нередко происходит под влиянием прилегающих к лесным массивам гидромелиоративных объектов.

Большую угрозу для почвенного покрова республики представляют пожары в лесах и на торфяниках, что обусловлено как природными (длительные засухи и засушливые явления), так и антропогенными факторами.

Основными причинами возникновения пожаров на торфяных болотах являются:

- *самовозгорание торфа (54 % случаев);*
- *искры от транспорта и другой техники (30 % случаев);*
- *неосторожное обращение с огнём (16 % случаев).*

Потеря запасов торфа в результате пожаров невосполнима.

- *деградация земель при чрезвычайных рекреационных, технических и других антропогенных нагрузках на земли/почвы.*
- *деградация земель вследствие изменений климата.*

Общая площадь земель, сложенных песками и лишённых растительности, на территории Беларуси составляет 80,1 тыс. га, из них 58 тыс. га размещены на юге республики. На таких землях существенно увеличивается вероятность проявления почвенной засухи.

Число случаев засух и засушливых явлений на юге Беларуси возросло почти вдвое, её центральной и северной частях – в 1,3 раза. За период с 1989 по 2002 г. наблюдалось 9 лет с засушливыми погодными условиями. Засухи охватывали значительную территорию республики и отмечались в течение двух и более месяцев вегетационного периода.

Произошло увеличение числа и расширение территориального проявления таких экстремальных метеорологических явлений, как заморозки, оттепели, ливневые осадки, ураганы, грозы и др., мелиоративное преобразование земель затронуло обширные пространства и изменило геофизический и водный режимы природных экосистем Полесья.

- ***снижение продуктивности.*** В стране проведена поучастковая кадастровая оценка земель. Она учитывает технологические характеристики участков, местоположение участков по отношению к внутрихозяйственным производственным центрам, плодородие почвы. Продуктивность почв принято измерять в баллах бонитета, по шкале в 100 единиц (карта). Для определения цены конкретного земельного участка территория Беларуси подразделена на три природно-климатические зоны: северную, центральную и южную; каждая из них делится на два округа: западный и восточный, кроме того, выделено 17 типов почв, которые отражают природное состояние земель и общее направление их использования.

- ***снижение природного биологического разнообразия*** – качество земель, свойства земли предоставлять определённые экологические услуги напрямую зависит от имеющегося изобилия

биологических форм жизни, участвующих в процессах формирования продуктивности, в гидрологическом цикле, циклах круговорота химических веществ и т. д. Как только снижается количество биологических видов, сразу уменьшается количество происходящих процессов и падает их качество – развивается деградация земель.

• **снижение способности противостоять внешним воздействиям.** Стабильно действующая, здоровая экосистема позволяет сглаживать различные естественные (климатические катастрофы, стихийные бедствия) и антропогенные (загрязнение, временное беспокойство и т. д.) внешние воздействия на эту экосистему. Именно слаженно действующие процессы внутри системы, наличие богатого биологического разнообразия и стабильность процессов позволяют ей восстановиться от потрясений, и восстановить прежние функции. Глубокие нарушения биофизических процессов могут привести к полной неспособности отдельно взятой системы к восстановлению. В результате образуются земли, полностью выходящие из любого использования.

В целях сохранения наиболее ценных земель, в первую очередь, сельскохозяйственного, природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения, а также земель лесного фонда усовершенствован порядок изъятия и предоставления этих земель для целей, не связанных с их назначением.

Приняты меры для предотвращения и устранения случаев деградации земель в населённых пунктах, садоводческих товариществах и дачных посёлках, на землях промышленности, транспорта, энергетики, связи, обороны и иного назначения. Для сокращения площади пустующих, заброшенных, в том числе нарушенных строительством земель, с одной стороны, установлены более короткие сроки, упрощённый, но «прозрачный» порядок предоставления земельных участков и оформления прав на них, с другой, – введены нормативные сроки строительства или иного освоения земельного участка, а также ответственность за их нарушение. Отдельным нормативным правовым актом определены меры по упорядочению учёта и сокращению количества земельных участков, занятых пустующими и ветхими строениями в сельской местности.

Проводятся мониторинговые наблюдения на почвах, подверженных эрозионным процессам и антропогенной деградации на мелиорированных территориях, а также техногенно загрязнённых почвах. К настоящему времени в пределах почвенно-экологических

провинций республики определены постоянные полигоны для наблюдений за интенсивностью эрозионных процессов, выносом гумуса и биогенных элементов с поверхностным стоком, потерей почвенного плодородия, а также поступлением загрязняющих веществ в водоемы. Кроме того, один раз в 4 года проводится крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных угодий. Результаты обследования являются основанием для грамотного применения агрохимических мероприятий при возделывании сельскохозяйственных культур.

Наиболее опасной формой деградации почв является эрозия – (от лат. *erosio* – разъедание), разрушение горных пород и почв поверхностными водными потоками и ветром.

В результате развития эрозионных процессов происходит дегумификация почв, теряются питательные вещества, ухудшаются агрохимические, физические и водно-воздушные свойства, а, следовательно, снижается урожайность и ухудшается качество сельскохозяйственной продукции.

В Республике Беларусь эродированные и эрозионно-опасные земли занимают значительные площади (рис. 2.9 – 2.11).

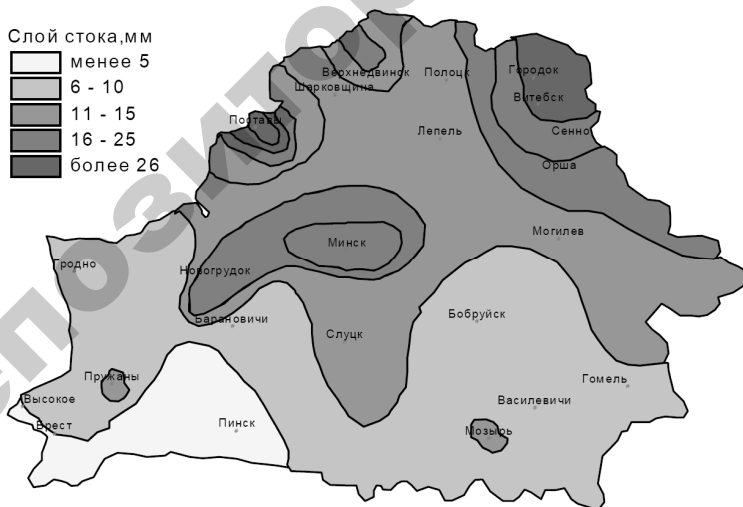


Рис. 2.9. Развитие эрозионных процессов на территории Республики Беларусь

Вероятность проявления пыльных бурь

менее 20
21 - 25
26 - 30
31 - 35
36 - 40
более 40

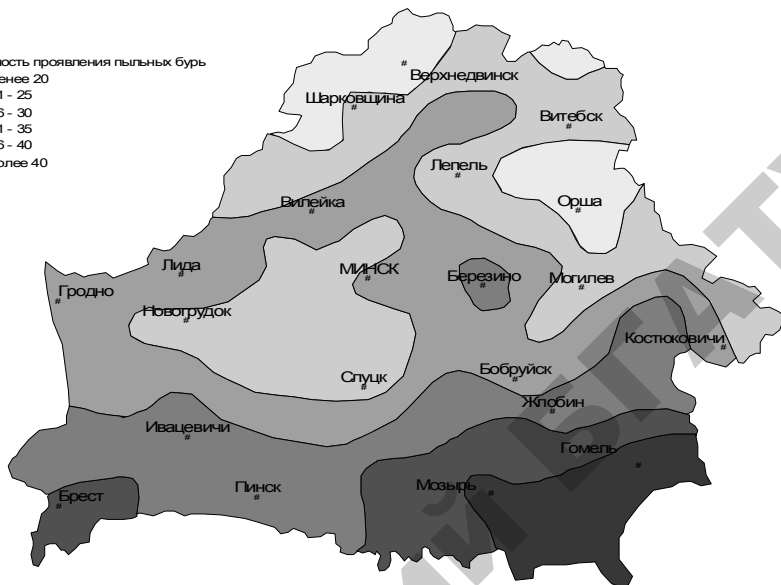
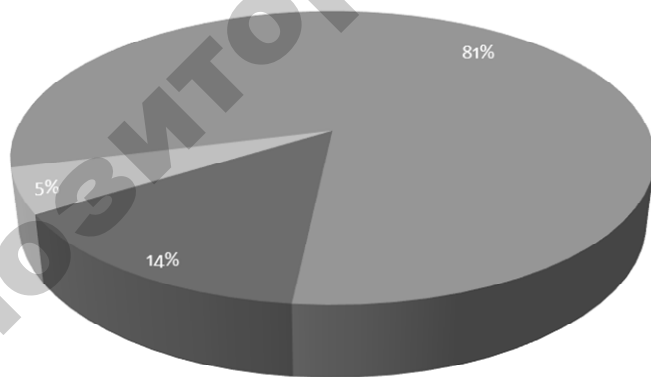


Рис. 2.10. Эродированные земли на территории Республики Беларусь



■ эрозионно опасные (2979,6 тыс. га) ■ эродированные (1036 тыс. га)
 ■ остальные (15315 тыс. га)

Рис. 2.11. Доля эродированных и эрозионно опасных земель в структуре земельного фонда Республики Беларусь

Значительная часть эродированных и эрозионно опасных земель сформировались на пахотных сельскохозяйственных землях, где развитие эрозионных процессов протекает интенсивней, чем на целинных землях, и для почвенного покрова представляет наибольшую опасность.

Ветровой эрозии в различной степени подвержены 7,8 % пахотных земель республики. Основным регионом её распространения является Полесская низменность, с более сухим климатом и более интенсивной деятельностью ветра по сравнению с другими районами.

По скорости развития различают эрозию нормальную и ускоренную. Нормальная эрозия наблюдается на почвах, покрытых естественной растительностью, не измененной хозяйственной деятельностью человека, при наличии стока. Это процесс разрушения её верхних горизонтов, который протекает медленнее почвообразования и не приводит к заметным изменениям уровня и формы земной поверхности.

Ускоренная эрозия – это процесс разрушения почв текучими водами и ветром, часто ускоренный внедрением систем сельскохозяйственного производства, разработанных без учёта подверженности почв смыву или дефляции (развеивание, выдувание) (рис. 2.12).

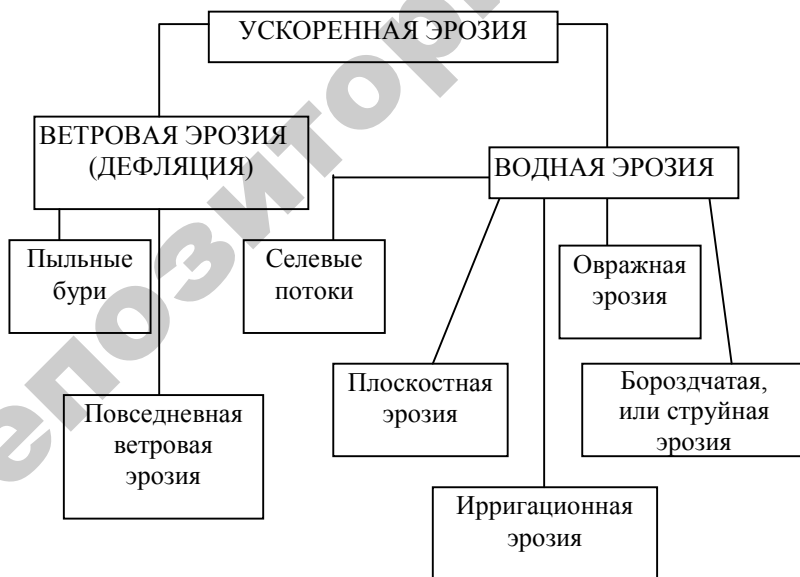


Рис. 2.12. Виды ускоренной эрозии почв

Разрушению почв способствуют также неумеренный выпас скота и вырубка лесов. Ускоренная эрозия идёт быстрее почвообразования, приводит к деградации почв и сопровождается заметным изменением рельефа.

По причинам возникновения различают *естественную* и *антропогенную* эрозии. Антропогенная эрозия не всегда является ускоренной, и наоборот.

Если в качестве эродирующего фактора выступает вода, развивается водная эрозия почв (рис. 2.13).

Капельная
Разрушение агрегатов почвы ударами дождевых капель
Плоскостная
Постепенный, равномерный перенос почвенных частиц по склону тальми или ливневыми водами
Линейная (овражная)
Размыв почвы, материнских и подстилающих пород концентрированными потоками воды, как следствие – образование оврага
Речная
Размыв русла (донная) и подмывание берегов (боковая)
Ирригационная
Следствие неправильного орошения

Рис. 2.13. Виды водной эрозии почв

Вследствие проявления капельной эрозии почва становится бесструктурной, увеличивается количество мелких пор, снижается водопроницаемость, и, как следствие, усиливается поверхностный сток воды.

Плоскостная эрозия наиболее активно развивается на почвах без сплошного растительного покрова. Внешним проявлением такого эрозионного процесса является изменение окраски склона с тёмной на более светлую. В результате развития плоскостной эрозии формируются смытые (табл. 2.5) и намытые (эродированные) почвы. Снижение их плодородия зависит от степени проявления эрозии.

Таблица 2.5

Агротехнологические группы земель Беларуси по степени эродированности

Группа	Площадь, тыс. га	Степень эродированности почв	Смыв почвы, т/га в год	Степень разрушения $A_{\text{пах}}$
I	493	Неэродированные и очень слабоэродированные. На склонах с крутизной 0–1°	<2,0 (уровень ПДС)	Ненарушенный
II	570	Слабоэродированные. На склонах крутизной 1–3°	2,1–5,0	Частично разрушен, припахивается подзолистый горизонт A_2 – слабосмытые
III	285	Среднеэродированные. На склонах крутизной 3–5°	5,1–10,0	Полностью разрушен, распахивается A_2 и верхняя часть горизонта В – среднесмытые
IV	273	Сильноэродированные. На склонах с крутизной 5–7°	10,1–20,0	Разрушены $A_{\text{пах}}$ и A_2 , распахивается горизонт В – сильносмытые
V	65	Очень сильноэродированные. На склонах с крутизной > 7°	> 20,0	Разрушены $A_{\text{пах}}$ и A_2 , распахиваются горизонт В и подстилающая порода С – сильносмытые

У смытых почв сносятся верхние плодородные горизонты и в пахоту вовлекаются менее плодородные нижние горизонты. При этом изменяется химический состав, ухудшаются свойства и режимы почв: снижается содержание и запасы гумуса и элементов минерального питания, особенно азота; ухудшаются физические и биологические свойства почвы. Смытые почвы хуже оструктурены, имеют низкую пористость и повышенную плотность. У намывных почв нарушаются связи между генетическими горизонтами, нарушается миграция веществ, зачастую формируется избыточное увлажнение.

Линейная (овражная) эрозия проявляется в виде размыва почвы в глубину струёй воды, стекающей по склону. Линейная эрозия приводит к расчленению земной поверхности и образованию различных эрозионных форм – промоин, оврагов, балок, долин.

Овражная эрозия развивается в несколько стадий. Вначале образуется промоина – первая стадия развития оврага. На этой стадии можно прервать его развитие, ликвидировав промоину механическим заравниванием. Если этого не сделать, наступает вторая стадия – промоина расширяется, углубляется и превращается в овраг. Максимальная глубина оврага (базис эрозии) – уровень воды в ближайшем водоёме. После достижения базиса эрозии вследствие усиления бокового стока воды, размыв почвы вглубь, а, следовательно, рост и развитие оврага прекращаются. Он постепенно превращается в балку.

Овраги наносят большой вред сельскому хозяйству, расчленяя и уничтожая поля. Для предупреждения овражной эрозии эффективны агротехнические приёмы, которые устраняют или уменьшают поверхностный сток и способствуют задержанию влаги на полях.

На территориях с развивающимися оврагами применяют гидротехнические устройства: водозадерживающие валы, валы-террасы, водоотводные каналы, запруды, подпорные стенки и др., а также производят посадку приовражных и прибалочных лесных полос, облесение и залужение склонов и дна оврагов, благодаря которым прекращается развитие овражной сети.

Вероятность проявления и интенсивность водной эрозии зависят от ряда факторов (рис. 2.14).

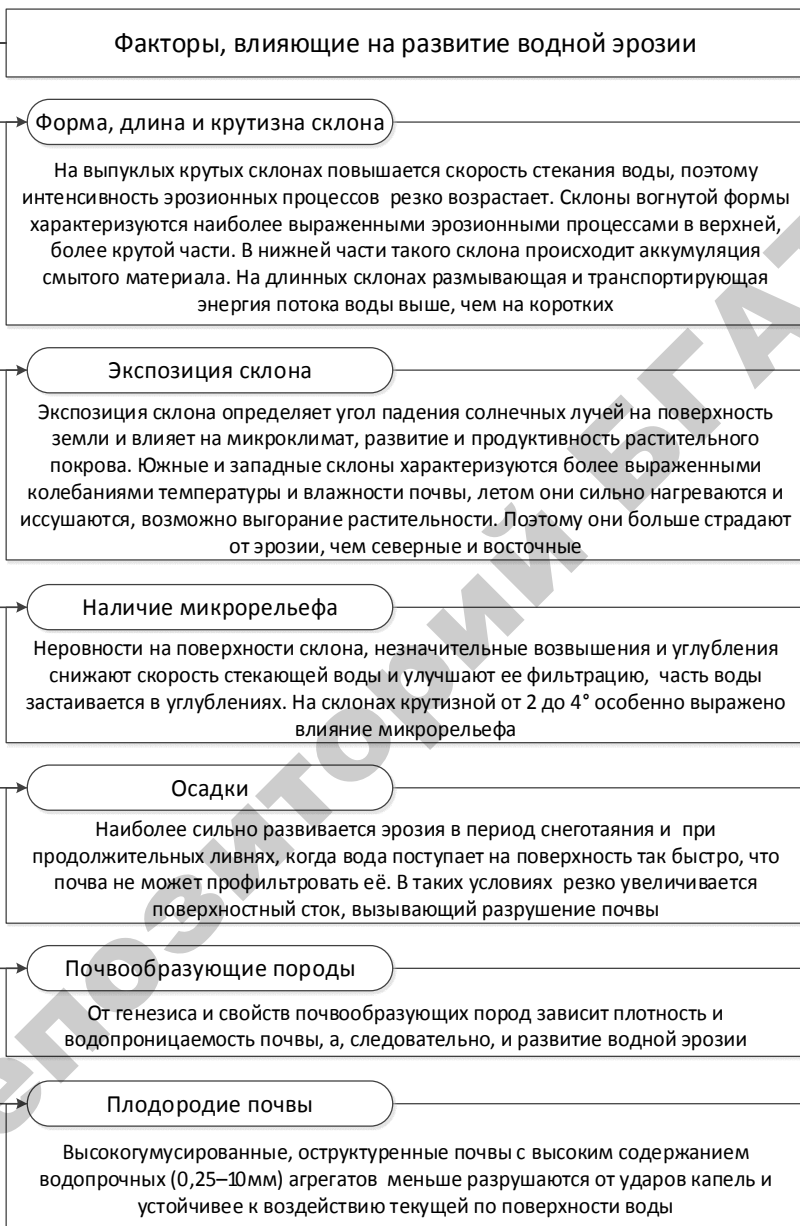


Рис. 2.14. Факторы, влияющие на развитие водной эрозии

Следствием развития водной эрозии почв является ряд негативных явлений (рис. 2.15).



Рис. 2.15. Негативные последствия развития водной эрозии почв

Ветровая эрозия (от лат. *deflatio* – выдуваю) проявляется в сносе ветром почвенных частиц, её возникновение и развитие во многом определяются ветровым режимом. Ветровая эрозия развивается на любых типах рельефа, в том числе на равнинах; бывает повседневной (ветры малой скорости поднимают в воздух почвенные частицы и относят их на другие участки) и периодической – пыльные бури (сильные ветры поднимают в воздух верхний слой почвы, иногда вместе с посевами, и переносят почвенные массы на большие расстояния).

Проявляется в районах неустойчивого увлажнения и, особенно, в сухих степях, пустынях, ей больше подвержены лёгкие почвы. Чаще всего это проявляется, когда почва расплывлена обработкой и не защищена растительностью.

В результате ветровой эрозии разрушается верхний, наиболее плодородный слой почвы, в котором сосредоточены основные элементы питания растений, выдуваются семена, неокрепшие всходы растений, повреждаются посевы сельскохозяйственных культур. Развитие эрозионных процессов обуславливает ухудшение агрохимических и водно-физических свойств почвы, следствием чего является снижение её плодородия.

Повседневная (местная) эрозия протекает под воздействием ветров малой скорости (менее 15 м/с), местных завихрений воздуха, небольших порывов ветра. Она медленно и систематически разрушает почву, нанося значительный ущерб сельскому хозяйству. Часто такая эрозия возникает как результат воздействия сельскохозяйственных орудий, машин и транспортных средств.

При сильных ветрах, скорость которых превышает 15 м/с, возможны пыльные бури, которые вовлекают в воздушный поток большие массы почвы, перемещая её как по поверхности, так и на различной высоте.

Различают также биологическую эрозию, которой подвержены в основном маломощные торфяно-болотные почвы. Вследствие интенсивной минерализации органического вещества торфа происходит уменьшение мощности торфяных горизонтов – срабатывание торфяников.

Основой комплекса мероприятий по борьбе с эрозией почв является противоэрозионная организация территории, основанная на агротехнологических группах земель в зависимости от степени эродированности.

Растительность является мощным противоэрозионным фактором (рис. 2.16). Степень её влияния зависит от состояния растительности: чем она лучше развита и больше густота стояния растений, тем значительнее её почвозащитная роль.

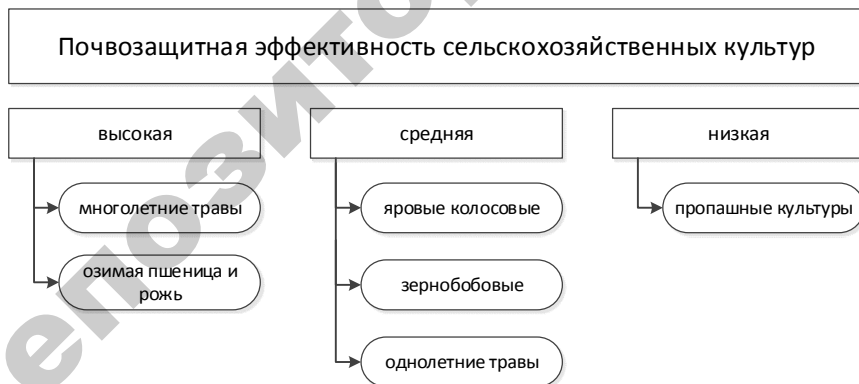


Рис. 2.16. Почвозащитные свойства сельскохозяйственных культур

Противоэрозионная роль растительности проявляется в уменьшении ударной силы капель дождя. Основная часть осадков попадает на поверхность растений, а затем стекает на почву. Некоторое

количество осадков задерживается надземной частью растений, не достигает земли и поэтому не участвует в формировании поверхностного стока. Таким образом, растительный покров предохраняет от разрушения почвенную структуру. Весной растительный покров препятствуют интенсивному таянию снега, и тем самым уменьшает поверхностный сток.

Под многолетними травами и залежью смыв почвы, как в период снеготаяния, так и при ливневых дождях практически отсутствует. Растительность хорошо скрепляет своими корнями почву, уменьшает скорость стекания поверхностных вод и создаёт условия для поглощения их почвой. Степень сопротивления почв смыву зависит от строения, мощности и разветвлённости корневой системы растений. После отмирания корней в почве сохраняются их ходы, что значительно увеличивает пористость и водопроницаемость почвы. Растительный опад обогащает почву органическим веществом, способствует образованию водопроочной структуры.

При выпадении снега растительность способствует его задержанию и равномерному распределению по поверхности. Снежный покров уменьшает глубину промерзания почвы. Наименьший смыв наблюдается под лесом, многолетними травами, зерновыми культурами, пропашными.

Почвозащитные свойства сельскохозяйственных культур зависят от их биологических особенностей и технологии выращивания.

Работа по защите почв от эрозии должна носить плановый и комплексный характер (рис. 2.17).

Прекратить развитие эрозионных процессов и восстановить эффективное плодородие земель можно путём проведения комплекса противозрозионных мер, который должен включать:

1. *Противозрозионную организацию территории* – научно обоснованный состав, соотношение и размещение различных сельскохозяйственных угодий, полей севооборотов, полезащитных лесополос, дорог и т. д. При разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства определяются состав, соотношение, размещение и трансформация сельскохозяйственных угодий; выделяются эрозионно опасные участки, на которых необходимо проводить профилактические противозрозионные мероприятия; из оборота пашни исключаются сильнодефлированные земли и отводятся под залужение или облесение; выделяются площади под полевые и почвозащитные севообороты. Эти работы проводятся в соответствии с категориями дефлированности земель, выделенными на картограмме эродированности почв.



Рис. 2.17. Противоэрозионные мероприятия

2. Введение системы полевых, почвозащитных и сидеральных севооборотов, залужение склонов и песков. Севообороты на склонах должны не только создавать условия для получения высоких урожаев, но и предупреждать развитие эрозионных процессов, обеспечивать продуктивное использование эродированных почв. Из почвозащитных севооборотов исключают пропашные культуры, так как они плохо предохраняют почву от смыва, особенно весной и в начале лета, и увеличивают посевы многолетних трав, промежуточных подсевных культур, которые хорошо защищают почву от разрушения в эрозионно опасные периоды и служат одним из лучших способов окультуривания эродированных почв. При подборе сельскохозяйственных культур для почвозащитных севооборотов учитывают реакцию этих культур на степень смывости. Известно, что урожай пшеницы и кукурузы при этом резко снижается. Значительно слабее реагируют на эродированность озимая рожь и бобовые, в частности, горох. Повышению плодородия эродированных почв способствуют бобовые культуры, ассимилирующие азот

воздуха. Поэтому в почвозащитные севообороты необходимо включать многолетние бобовые травы, которые улучшают не только агрохимические, но и физические свойства эродированных почв.

В настоящее время в почвозащитных севооборотах многолетние травы занимают примерно 50–70 % площади. Этим обеспечивается высокое покрытие почвы и восстановление водопрочной структуры. На склонах крутизной до 3–5° со слабо- и среднесмытыми почвами предпочтение отдают однолетним культурам сплошного сева и уменьшают посевы пропашных культур. На более крутых склонах (> 5°) увеличивают посевы многолетних трав и промежуточных культур, которые хорошо защищают почву от эрозии.

В условиях Белорусского Полесья под зернотравяные почвозащитные севообороты отводятся наиболее дефляционно опасные почвы – маломощные торфяники. Дерново-подзолистые песчаные почвы используются в сидеральных почвозащитных севооборотах. Мелкозалежные торфяники – под культуры, при возделывании которых почва наименее подвержена дефляции (многолетние травы, зерновые культуры), а сахарную и кормовую свёклу – исключают.

3. Специальные приёмы удобрения эродированных почв. Оптимальные дозы органических и минеральных удобрений, торфование, расширение посевов сидеральных культур увеличивают урожайность культур, улучшают их развитие, уменьшают поверхностный сток воды, защищают почвы от эрозии. После уборки в почве остаётся большое количество органических остатков, которые оказывают благоприятное влияние на её физические свойства и противоэрозионную устойчивость.

Наибольшие прибавки урожая на эродированных почвах можно получить при внесении полного минерального удобрения совместно с органическим. При внесении азотных удобрений наблюдается высокая отзывчивость всех культур, возделываемых на эродированных дерново-подзолистых почвах. Эффективность фосфорных удобрений определяется уровнем содержания в почве подвижных фосфатов, и прибавка урожая от них ниже, чем от азотных. Внесение калийных удобрений на смытых почвах малоэффективно.

На дерново-подзолистых дефлированных песчаных почвах высокими противоэрозионными свойствами обладает мульчирование (покрытие почвы) органическими удобрениями. Наибольший почвозащитный эффект получают при внесении навоза или торфонавозных компостов в дозе 60 т/га.

4. Агротехнические противоэрозионные мероприятия.

4.1. Приёмы, увеличивающие скорость впитывания воды в почву (улучшающие её водопроницаемость и увеличивающие ёмкость пор) – глубокая вспашка, глубокое рыхление и т. д. Поверхностный сток значительно уменьшается при увеличении глубины вспашки до 30–35 см. Этот агроприём проводят плугами с почвоуглубителями один раз в три года. На склоновых землях, сложенных покровными суглинками, проводят обработку без оборота пласта, с сохранением на поверхности поля слоя из стерни, растительных и пожнивных остатков.

4.2. Приёмы, основанные на задержании стоковых вод, – обвалование и бороздование поверхности, создание микрорельефа и др. В результате создаётся своеобразный микрорельеф, поверхность лучше задерживает снег и сток и удлиняет время впитывания влаги.

На склоновых землях наиболее простыми мероприятиями по регулированию поверхностного стока талых вод являются вспашка, культивация и рядовой сев поперек склона. Особенно это эффективно на выровненных длинных склонах крутизной не более 5°. На длинных сложных склонах (вогнуто-выпуклых, двускатных, выпукло-вогнутых и т. п.) эффективным почвозащитным агроприёмом является лункование. Его можно выполнять одновременно со вспашкой или по предварительно вспаханной зяби. На 1 га пашни образуется около 13 тыс. лунок.

В системе агротехнических мер по защите почв от ветровой эрозии выделяют: безотвальную обработку почвы, сев яровых зерновых культур в ранние сроки, послепосевное прикатывание кольчато-шпоровыми катками, возделывание подсевных и промежуточных культур; на дерново-подзолистых песчаных почвах – проведение вспашки и сева культур поперёк направления господствующих ветров, регулирование глубины вспашки, чтобы не выпахивать на поверхность почвы нижележащие безгумусные горизонты.

5. *Луго- и лесомелиоративные противоэрозионные мероприятия.* Лесные насаждения способствуют снижению скорости ветра (защита почв и посевов от выдувания), накоплению и равномерному распределению снега, увеличению запасов влаги в почве, уменьшению испарения, улучшению микроклимата местности и, в конечном счете, повышению урожайности сельскохозяйственных культур на 10–20 %.

6. Мероприятия по борьбе с оврагами.

3. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ. МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

3.1 Государственная система управления природоохранной деятельностью в Республике Беларусь

Управление природоохранной деятельностью – это деятельность государства по организации рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, охраны окружающей среды, а также по обеспечению режима законности в эколого-экономических отношениях.

Механизм управления объединяет *методы, функции и организационные структуры (органы управления)*.

Методы управления – это способы воздействия на поведение и деятельность управляемых объектов с целью обеспечения рационального природопользования и охраны окружающей среды. К ним относятся:

1. *Административные* (командно-распорядительные) – которые обеспечены возможностью государственного принуждения. Основными инструментами административного регулирования являются стандарты, нормы, нормативы, законы, постановления, руководства, а также разрешения или запреты на природопользование, ограничения, лимиты, система надзора за деятельностью субъектов хозяйствования и др.

2. *Экономические* – которые создают непосредственную материальную заинтересованность субъектов хозяйствования в выполнении необходимых экологических мероприятий, решений органов управления в сфере природопользования. Это использование стоимостных рычагов, побуждающих все хозяйственные звенья к реализации государственной экологической политики. К таким рычагам относятся: рентные платежи; платежи за использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды (экологический налог); компенсационные выплаты за изъятие природного ресурса из целевого использования или ухудшение его качества в результате производственной деятельности; штрафы за нарушение экологических стандартов и лимитов природопользования; система налоговых льгот, льготное кредитование и субсидирование и др.

3. *Социально-психологические* – это методы морального стимулирования, которые реализуются посредством мер как поощрительного характера, так и воздействия на нарушителей (благодарности, выговоры и др.).

Функции управления – это направления деятельности по обеспечению охраны окружающей среды и рационального природопользования. Ими являются:

- создание системы органов управления в сфере взаимодействия общества и природы;
- подзаконное нормотворчество;
- распоряжение (управление) природными ресурсами;
- экологическое планирование;
- экологическое нормирование;
- экологическая экспертиза;
- экологический контроль;
- экологическое лицензирование; экологический аудит;
- наблюдение за состоянием окружающей среды;
- оценка воздействия на окружающую среду;
- учёт состояния и использования отдельных природных объектов;
- экологическое воспитание и образование;
- разрешение в административном порядке споров о праве природопользования и охраны окружающей среды;
- привлечение к ответственности лиц, виновных в нарушении экологического законодательства, и др.

Перечисленные функции управления могут осуществляться физическими и юридическими лицами, а также государственными органами.

Важнейшим звеном государственной системы управления природоохранной деятельностью являются его организационные структуры – система органов власти и управления природопользованием. К управлению природопользованием причастны все ветви власти: представительная (законодательная), исполнительная и судебная. Каждая из них выполняет свои функции и имеет подразделения, специально уполномоченные для регулирования экологической сферы.

Организационное управление природопользованием в РБ осуществляется по территориальному и отраслевому принципам. Объекту управления должна соответствовать и система органов управления, отражающая, с одной стороны, целостность природы,

с другой – её региональное своеобразие. На рис. 3.1 представлена схема государственного управления природоохранной деятельностью в Республике Беларусь.

Основу государственной системы управления природоохранной деятельностью в Республике Беларусь составляют Президент Республики Беларусь, Национальное собрание, Совет Министров, а также местные органы власти – областные, городские, районные, поселковые и сельские исполнительные комитеты.

Президент Республики Беларусь, являясь главой государства, на основе и в соответствии с Конституцией Республики Беларусь издаёт декреты, указы, распоряжения, в т. ч. и по вопросам охраны окружающей среды, имеющие обязательную силу на всей территории страны. Непосредственно или через создаваемые им органы осуществляет контроль за соблюдением природоохранного законодательства.

Парламент – Национальное собрание Республики Беларусь – как представительный и законодательный орган страны определяет основные направления государственной экологической политики, принимает законодательные акты в области охраны окружающей среды и природопользования, объявляет, в случае необходимости, территории зонами экологического бедствия.

Правительство – Совет Министров Республики Беларусь – является центральным органом государственного управления. Оно осуществляет исполнительную власть в Республике Беларусь: реализует государственную экологическую политику, разработку и исполнение государственных экологических программ и крупных природоохранных мероприятий, координирует деятельность в области охраны окружающей среды и природопользования министерств и иных республиканских органов государственного управления, осуществляет международное сотрудничество в этой области.

Местные органы государственного управления – областные, районные, городские, поселковые, сельские исполнительные комитеты несут ответственность за состояние окружающей среды на соответствующих территориях, выполнение государственных экологических программ и иных природоохранных мероприятий, разрабатывают и утверждают местные программы охраны природы, организуют их исполнение, а также материально-техническое и финансовое обеспечение.



Рис. 3.1. Структура системы управления природоохранной деятельностью в Республике Беларусь

Кроме того, в систему государственных органов управления входят **государственные органы специальной компетенции**, которые в соответствии с законодательными актами Республики Беларусь специально уполномочены выполнять природоохранные функции.

Основным государственным органом в области природопользования и охраны окружающей среды является **Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь**. Главные его задачи определены Положением о министерстве и сводятся к следующим основным позициям:

- разработка и проведение единой государственной политики в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;

- осуществление комплексного управления природоохранной деятельностью в республике, координация деятельности в этом направлении других республиканских органов государственного управления и юридических лиц;

- осуществление государственного контроля в области охраны окружающей среды и природопользования;

- обеспечение населения информацией о состоянии окружающей среды и принимаемых мерах по её оздоровлению, создание системы образования и воспитания в области окружающей среды, взаимодействие с общественными природоохранными объединениями;

- осуществление международного сотрудничества в пределах своей компетенции.

В систему Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды входят 6 областных и Минский городской комитеты и 123 горрайинспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды; производственное объединение «Белгеология»; научные учреждения: Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов, Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт, Белорусский научно-исследовательский центр «Экология» и Республиканский научно-технический центр дистанционной диагностики природной среды «Экомир». В систему Минприроды входит также Комитет рыбоохраны, включающий 6 областных, одну оперативную, 40 межрайонных и районных инспекций.

Иными государственными органами в области окружающей среды, наделёнными правами государственного контроля, являются:

Государственный комитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии Республики Беларусь. Он занимается вопросами учёта земель, ведением государственного земельного кадастра, осуществляет контроль за использованием и охраной земель, управляет землеустроительной службой.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь и его органы государственного санитарного надзора занимаются вопросами гигиены труда, осуществляют контроль качества питьевой воды и продуктов питания, а также соблюдения санитарных правил содержания улиц, дворов и иных территорий населённых пунктов.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь решает все вопросы, связанные с ликвидацией чрезвычайных ситуаций, вызванных стихийными бедствиями, производственными авариями и катастрофами, радиационным загрязнением и ликвидацией его последствий.

Кроме того, в Республике Беларусь действует ряд министерств и других органов государственного управления, которые также выполняют природоохранные функции.

Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь осуществляет контроль за состоянием, использованием, воспроизводством, охраной и защитой лесов, ведёт государственный учёт лесов и государственный лесной кадастр.

Государственный комитет по гидрометеорологии Республики Беларусь ведёт наблюдение за состоянием поверхностных вод, атмосферного воздуха, почв, за радиационным загрязнением природной среды.

Государственный таможенный комитет Республики Беларусь выполняет природоохранные функции путём принятия мер по борьбе с незаконным вывозом животных и растений (их частей и дериватов), торговля которыми регулируется международными соглашениями, а также ввозом товаров, представляющих экологическую опасность для людей и окружающей среды республики.

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (Минсельхозпрод) принимает участие в разработке проектов республиканских экономических программ, а также направлений развития народного хозяйства на перспективу; осуществляет руководство службой по защите растений; организует

проведение государственных испытаний и регистрацию новых препаратов и препаративных форм химических и биологических средств защиты растений; вносит в установленном порядке предложения по разработке, пересмотру и утверждению стандартов, технических условий и других нормативных документов на отдельные виды деятельности и технологии.

Министерство внутренних дел Республики Беларусь обеспечивает охрану атмосферного воздуха от вредного воздействия транспортных средств, а также оказывает иное содействие природоохранным органам при осуществлении государственного контроля в области охраны окружающей среды. В его составе имеются и подразделения экологической милиции.

Управление делами Президента Республики Беларусь осуществляет управление национальными парками и заповедниками республиканского значения.

Значительную роль в организации контроля за состоянием окружающей среды и использованием природных ресурсов выполняют общественные организации и объединения: Белорусское общество охраны природы, Белорусское общество охотников и рыболовов, Белорусское молодёжное движение «Белая Русь», Белорусский социально-экологический союз, Белорусская экологическая партия «зелёных».

Научное обеспечение решения экологических проблем наряду с учреждениями Минприроды осуществляют научно-исследовательские институты Национальной академии наук Беларуси: генетики и цитологии; геологических наук, зоологии, проблем использования природных ресурсов и экологии, радиобиологии, радиозэкологических проблем, фотобиологии, экспериментальной ботаники, леса, Центральный ботанический сад, почвоведения и агрохимии, защиты растений, а также ряд НИИ и центров различных министерств и иных республиканских органов государственного управления: центр радиационного контроля и мониторинга природной среды, (Госкомгидромет); радиационной безопасности (МЧС); санитарно-гигиенический (Минздрав) и др.

3.2 Законодательство Республики Беларусь в области охраны окружающей среды и природопользования

Основной целью экологической политики Республики Беларусь является создание благоприятной окружающей среды и обеспечение экологически безопасных условий для проживания людей,

рациональное использование и охрана природных ресурсов, выработка правовых и экономических основ охраны окружающей среды в интересах настоящего и будущих поколений.

Основой государственного регулирования природопользования является экологическое законодательство, обеспечивающее правовую защиту природной среды. Правовое регулирование природоохранной деятельности и рационального использования природных ресурсов осуществляется в нашем государстве на базе совокупности нормативно-правовых актов, к которым относятся законы Республики Беларусь, указы, декреты и директивы Президента, постановления и распоряжения Правительства, нормативные акты министерств и ведомств, а также международно-правовые акты, регулирующие внутренние экологические отношения на основе международного права.

Экологическое законодательство определяет права и обязанности организаций, учреждений, общественных объединений и граждан по обеспечению условий безопасного проживания на территории республики, а также гарантии прав граждан со стороны государства на здоровую и благоприятную для жизни окружающую среду; устанавливает компетенции специально уполномоченных государственных и иных органов в области охраны окружающей среды; а также лимиты на пользование природными ресурсами и платежи за природопользование; определяет экологические требования к хозяйственной и иной деятельности, особенности контроля и надзора в области охраны окружающей среды, меры и условия наказания за нарушение природоохранного законодательства.

Белорусское природоохранное законодательство – одно из старейших в мире. Началом государственного регулирования правовых норм природопользования на территории Беларуси следует считать принятие в 1588 г. Статута Великого княжества Литовского. На протяжении 250 лет он был действующим законом и составлял основу всей правовой системы. В статуте имеется раздел 10 «О пущах, о ловах, о бортном дереве, об озёрах и лугах», восемнадцать артикулов которого не только защищали права феодальной собственности, но и были направлены на охрану животного и растительного мира от хищнического уничтожения.

Формирование современной системы правового регулирования природопользования связано с установлением советской власти.

Основные виды природных ресурсов становятся общенародной (государственной) собственностью. Было принято немало административно-правовых актов, сыгравших впоследствии значительную роль в природоохранной деятельности. Среди них декреты о земле, о лесах, о недрах, о рыбных ресурсах, о заповедниках и др.

Послевоенное восстановление народного хозяйства Беларуси усилило нагрузки на окружающую среду. Такие негативные явления, как разработка месторождений полезных ископаемых, вырубка лесов, изъятие плодородных земель под несельскохозяйственные нужды, загрязнение воды и воздуха потребовали срочного решения проблем охраны природы. В 1961 г. в Беларуси впервые был принят Закон об охране природы. Появились и другие законодательные акты природоохранной направленности.

В настоящее время в Беларуси сложилась целостная система планирования мероприятий по охране окружающей среды и устойчивому развитию. В марте 2016 года Постановлением Совета Министров РБ N 205 была утверждена государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов на 2016–2020 годы», в которой предусмотрено выполнение ряда новых подпрограмм.

Кроме того, основополагающими документами в этой сфере являются Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г., одобренная Национальной комиссией по устойчивому развитию Республики Беларусь и Президиумом Совета Министров Республики Беларусь в 2004 г.

Основу законодательства Республики Беларусь в области охраны окружающей среды и природопользования в настоящее время составляют:

1. Конституция Республики Беларусь (ст. 34, 46, 55) от 15.03.1994 г. с дополнениями и изменениями от 24 ноября 1996 г.

2. Концепция государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды, утверждённая Верховным Советом Республики Беларусь 06.09.1995 г.

3. Законы Республики Беларусь:

3.1. Об охране окружающей среды (от 26 ноября 1992 года №1982-ХП) (в редакции Законов Республики Беларусь от 29.01.1993 г. № 2143-ХП, 17.07.2002 г. № 126-З, 29.10.2004 г. № 319-З, 19.07.2005 г. № 42-З,

31.12.2005 г. № 80-3, 29.06.2006 г. № 137-3, 20.07.2006 г. № 162-3, 07.05.2007 г. № 212-3, 13.06.2007 г. № 238-3, 21.12.2007 г. № 298-3, 08.07.2008 г. № 367-3, 10.11.2008 г. № 444-3, 02.07.2009 г. № 32-3, 31.12.2009 г. № 114-3, 06.05.2010 г. № 127-3, 31.12.2010 г. № 228-3, 17.05.2011 г. № 260-3, 22.12.2011 г. № 326-3, 22.01.2013 г. № 18-3, 16.06.2014 г. № 161-3).

Охрана окружающей среды является неотъемлемым условием обеспечения экологической безопасности, устойчивого экономического и социального развития общества.

Настоящий Закон устанавливает правовые основы охраны окружающей среды, природопользования, сохранения и восстановления биологического разнообразия, природных ресурсов и объектов и направлен на обеспечение конституционных прав граждан на благоприятную для жизни и здоровья окружающую среду.

3.2. «О государственной экологической экспертизе» от 18.06.1993 г. (в редакции от 14.07.2000 г.).

3.3. «Об особо охраняемых природных территориях и объектах» от 20.10.1994 г. (в редакции от 23.05.2000 г.).

3.4. «О налоге за пользование природными ресурсами» (экологический налог) от 23.12.1991 г.

3.5. «Об отходах производства и потребления» от 25.11.1993 г. (в редакции от 26.11.2000 г.).

3.6. «Об охране и использовании животного мира» от 19.09.1996 г.

3.7. «Об охране атмосферного воздуха» от 15.04.1997 г.

3.8. «Об охране озонового слоя» от 12.11.2001 г. (в редакции от 15.11.2004 г.).

3.9. «О растительном мире» от 14.06.2003 г.

4. Кодекс Республики Беларусь о земле (4.01.1999 г.).

5. Водный кодекс Республики Беларусь (15.07.1998 г.).

6. Кодекс Республики Беларусь о недрах (15.12.1997 г.).

7. Лесной кодекс Республики Беларусь (14.07.2000 г.).

Основными составляющими законов, кодексов и других законодательных документов в области охраны окружающей среды в РБ являются следующие положения:

– государственная собственность на все виды природных ресурсов, предусматривающая возможность передачи их в соответствии с действующим законодательством в постоянное или временное

пользование юридическим или физическим лицам (исключение составляет земля, которая для определённых целей может передаваться и в частную собственность);

- система государственного контроля за состоянием природной среды и рациональным использованием природных ресурсов;

- обязательная экологическая экспертиза всех проектируемых объектов хозяйственной и иной деятельности;

- платность природопользования;

- система мер финансовой, административной и уголовной ответственности за нарушения природоохранного законодательства и возмещение нанесённого ущерба за счёт нарушителей.

Нарушение природоохранного законодательства субъектами хозяйствования или отдельными гражданами влечёт за собой административную, дисциплинарную, материальную и даже уголовную ответственность с обязательным возмещением нанесённого природной среде ущерба.

В области природопользования наиболее распространёнными являются меры *административной* ответственности – штрафы, предупреждения, запреты (временное закрытие предприятий или запрет на пользование природными ресурсами). В соответствии с Кодексом об административных правонарушениях к таковым относятся: посягательство на государственную собственность, нарушение прав государственной собственности на землю, недра, воды, леса, животный мир, а также мелкое хищение государственного или общественного имущества. Административными правонарушениями считаются также неиспользование земель; несоблюдение требований природоохранного режима их использования; нарушение правил землепользования в районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению; порча земель; нарушение требований по охране недр; несоблюдение правил водопользования, незаконная порубка и повреждение деревьев и кустарников, сбор растений, занесённых в Красную книгу и др. Главный принцип административного управления в области природопользования и охраны окружающей среды – разрешительно-запретительный. Суть его в том, что Минприроды и его органами (или другими уполномоченными органами) устанавливаются лимиты на пользование отдельными видами природных ресурсов, выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, размещение

отходов в окружающей среде и т. д., а также выдаются соответствующие лицензии.

Дисциплинарная ответственность предусматривается за неисполнение или ненадлежащее исполнение лицами своих должностных обязанностей, приведшее к нарушению природоохранного законодательства без нанесения значительного ущерба состоянию природной среды или здоровью граждан. К мерам такой ответственности относятся выговоры, лишение премий, понижение в должности и т. п. Наложение дисциплинарного взыскания не освобождает нарушителя от возмещения материального ущерба, если таковой образовался в результате содеянного нарушения.

Материальная или **имущественная** ответственность нарушителей природоохранного законодательства состоит в возмещении ущерба, причинённого их неправомерными действиями. Предприятия возмещают нанесённый ущерб по специальным таксам или в соответствии с общими нормами гражданского законодательства на основании решения суда по иску потерпевшей стороны.

К **уголовной** ответственности привлекаются субъекты, виновные в нанесении значительного ущерба природной среде, повлёкшего гибель людей или особо крупные материальные потери. Конкретные составы экологических преступлений установлены в Уголовном кодексе, в частности умышленное уничтожение или значительное повреждение лесных массивов путём поджога или неосторожного обращения с огнём, незаконная порубка леса и др. К лицам, совершившим подобные преступления, могут применяться такие меры воздействия, как лишение свободы, исправительные работы, конфискация имущества, лишение права занимать определённые должности и другие виды наказаний, предусмотренные законодательством.

Беларусь является участником ряда международных природоохранных конвенций и протоколов к ним. Это, например: Конвенция 1979 г. о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (для Беларуси вступила в силу 16.03.1983 г.), Протокол о сокращении выбросов серы и их трансграничных потоков на 30 % (02.09.1987 г.) и др.

В рамках ратифицированной в республике Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися

под угрозой исчезновения (CITES), в Беларуси запрещена торговля редкими видами животных и растений, разрабатываются механизмы осуществления этих запретов на практике. Республика Беларусь с самого начала поддерживала инициативы мирового сообщества по защите озонового слоя. Были приняты следующие меры для выполнения принятых обязательств по международным соглашениям: разработка и совершенствование правовой основы и нормативно-методического обеспечения прекращения потребления озоноразрушающих веществ (ОРВ); контроль и регулирование импортно-экспортных операций с ОРВ; проведение мероприятий по переводу техники и технологий на альтернативные озонобезопасные вещества; регенерация (восстановление) отработанных ОРВ для повторного использования.

Большая работа ведется по инвентаризации водно-болотных угодий в соответствии с Рамсарской конвенцией 1971 г. К концу 2002 г. статус Рамсарских угодий получили семь заказников Беларуси.

В феврале 1992 г. Беларусь подписала соглашение со странами СНГ в области охраны окружающей среды. В июне того же года в Рио-де-Жанейро была подписана Конвенция по биоразнообразию. В соответствии с ней в республике разработана упомянутая выше Национальная стратегия и план действий. Разрабатываются и отдельные программы в области охраны редких видов. Например, программа «Зубр», направленная на спасение, восстановление и создание вольных стад исполинов леса.

В 2003 г. Беларусь присоединилась к Конвенции об охране и использовании трансграничных водотоков и международных озёр. Присоединилась Беларусь и к Конвенции о доступе к информации, участию общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся охраны окружающей среды (Орхусская конвенция 1988 г.).

В августе 2005 г. Беларусь ратифицировала Киотский протокол к РКИК. Наша страна является членом многих международных организаций по охране природы. С 1954 г. она состоит членом ЮНЕСКО. В 1980 г. республика избрана членом Международного координационного совета по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ), с 1979 г. вошла в Совет управляющих программы ООН, связанной с проблемами окружающей природной среды (ЮНЕП). По программе

МАБ в Беларуси в последние годы XX в. работы проводились по 10 проектам, среди которых: «Экологическая оценка борьбы с сельскохозяйственными вредителями», «Экологические аспекты городских систем» и т. д. Создан Белорусский комитет по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Еще в 1983 г. на базе Березинского государственного биосферного заповедника состоялся I Международный конгресс по биосферным заповедникам.

Республика является членом Международного союза охраны природы. В рамках ЕЭК в области охраны флоры и фауны при участии Беларуси разработана и принята Декларация об охране флоры и фауны и среды ее обитания в Европе. С целью расширения и углубления экологического образования специалистов всех отраслей народного хозяйства с 1962/63 учебного года в ряде вузов республики введён курс «Охрана природы», который стал обязательным для всех вузов и средних учебных заведений с 1972/73 учебного года. В настоящее время курсы «Основы экологии», «Охрана окружающей среды», «Охрана природы» читаются на факультетах небиологического профиля, в колледжах, специализированных школах и гимназиях с экологическим уклоном. В ряде вузов страны ведётся подготовка специалистов в области экологии и охраны природы, читаются курсы «Промышленная экология», «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов», «Радиоэкология» и др.

Совершенствование образования в области окружающей среды является одним из важнейших приоритетов национального развития Беларуси. В связи с этим были разработаны Концепция образования в области окружающей среды и Республиканская программа совершенствования образования в области окружающей среды. В ней сформулированы требования к содержанию образования, намечены основные пути достижения целей и задач в области образования по проблемам окружающей среды.

Природоохранное воспитание и образование широко проводится в школах и внешкольных учреждениях. Созданы более 20 музеев природы, около 60 школьных заказников. В республике действуют порядка 40 станций юннатов. Головным центром является Республиканский экологический центр детей и юношества, расположенный в Минске. Центр проводит образовательную и воспитательную

работу по экологии и охране природы с детьми разного возраста, начиная от дошкольников и младших школьников. Издаётся много методической литературы в этом направлении.

На территории республики функционируют более 50 неправительственных и общественных организаций, работа которых в той или иной мере связана с решением экологических проблем. Старейшими из них являются «Белорусское общество охраны природы» и «Белорусское общество охотников и рыболовов» (БООР). Молодёжные природоохранные организации и движения занимаются общими проблемами охраны природы, разработкой природоохранных технологий, общественной экологической экспертизой, пропагандой экологических знаний, организацией летних лагерей и школ, изданием литературы природоохранительного характера.

В целях реализации положений Орхусской конвенции для обеспечения взаимодействия структурных подразделений Минприроды с общественными объединениями природоохранной направленности, выработки согласованных решений по вопросам природопользования, экологического образования, воспитания и просвещения при министерстве был создан и действует Общественный координационный экологический совет. В него вошли представители 16 общественных организаций и объединений, среди которых: «Экоправо», «Экодом», «ЭКО-ИНФО», «Экологическая инициатива» и др. Информация о состоянии окружающей среды доводится до населения через такие печатные издания, как: «Экологический вестник», «Лесная газета», журнал «Родная природа», ежегодные экологические бюллетени «Состояние природной среды Беларуси», «Водные ресурсы», «Природные ресурсы» и др.

В рамках союза Беларуси и России ведётся работа по гармонизации законодательств по охране окружающей среды и социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на ЧАЭС. Так, разрабатываются проекты закона Союзного государства «Об охране окружающей среды», а также единой концепции закона «О социальной защите населения, пострадавшего вследствие катастрофы на ЧАЭС».

Принятие законов в последние годы является шагом вперёд в деле правового регулирования природоохранной деятельности. Вместе с тем действующее законодательство по-прежнему страдает излишней

декларативностью, отсутствием необходимых механизмов реализации прав граждан на благоприятную среду обитания, на получение полной информации о её состоянии, на возмещение вреда, причинённого здоровью. Кроме того, рыночные преобразования в экономике диктуют необходимость разработки новых правовых норм, обеспечивающих соблюдение экологических требований при приватизации объектов государственной и коммунальной собственности; принятие законов об экологическом страховании, о возмещении вреда, причинённого экологическими правонарушениями; внесения изменений в банковское законодательство в части кредитования деятельности, связанной с воздействием на окружающую среду и др.

3.3 Мониторинг окружающей среды, его цель и задачи. Виды мониторинга. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь и её структура

Получение объективной информации о природной среде и характере антропогенных воздействий на неё требует постоянного наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды посредством системы мониторинга.

Мониторинг окружающей природной среды – это комплексные наблюдения за её состоянием (загрязнением, природными явлениями), а также оценка и прогноз состояния окружающей среды и её загрязнения.

Наблюдение заключается в сборе информации о фактической ситуации. В качестве его объектов выступают: отдельные компоненты природной среды, источники воздействия на природную среду (предприятия, транспорт и т. д.) и виды загрязнений (химические, физические, биологические). Оценка проводится на основе результатов лабораторных анализов проведенных наблюдений и предполагает определение возможного ущерба от антропогенного и естественного воздействия. Исходя из полученных данных, прогнозируются последствия вредных воздействий на окружающую среду и человека, изменения условий функционирования и развития экосистем. Прогноз позволяет планировать мероприятия (в том числе профилактические) по нейтрализации вредных воздействий.

По содержанию различают несколько видов мониторинга:

- **биосферный (глобальный)** – слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях;

- **медицинский (санитарно-токсикологический)** – слежение и контроль за показателями качества окружающей человека среды, соблюдение которых обеспечивает условия, благоприятные для жизни и безопасные для здоровья; прогноз состояния здоровья населения в условиях многофакторного воздействия окружающей среды;

- **импактный** – слежение за природными процессами и явлениями, а также их изменениями под влиянием антропогенных факторов в особо опасных для состояния природной среды районах и точках;

- **биологический** – слежение за биологическими объектами (растительностью и животным миром) с помощью биоиндикаторов, чаще всего на базе биосферных заповедников;

- **базовый (фоновый)** – слежение за общебиосферными, в основном природными, явлениями без наложения на них региональных антропогенных воздействий;

- **экологический.**

Наблюдения за компонентами природной среды ведутся на территории республики на протяжении многих десятилетий. Гидрохимические параметры поверхностных вод контролируются с 1947 г., гидробиологические – с 1974 г. Мониторинг атмосферного воздуха проводится с 1965 г.

Закон «О гидрометеорологической деятельности» (1999) закрепил ведущее положение государственной гидрометеорологической службы в осуществлении мониторинга окружающей среды (ст. 26), в частности, атмосферного воздуха, поверхностных вод, почв и радиоактивного загрязнения природной среды.

В гидрометеорологическую сеть входят четыре гидрометеорологические обсерватории: Минская (головная), Гомельская, Брестская и Витебская (зональные). Они выполняют широкий комплекс наблюдений и обобщают материалы исследований.

Наблюдение за состоянием окружающей среды продолжительное время осуществляет также санитарно-эпидемиологическая служба, функционирующая в системе здравоохранения.

Одним из аспектов её деятельности с 1970-х гг. является контроль за проведением общегосударственных мероприятий, направленных на ликвидацию и предупреждение загрязнений окружающей среды. Главное внимание санитарно-эпидемиологической службы сосредоточено на вопросах охраны здоровья населения, а состояние окружающей среды учитывается в той мере, в какой оно влияет на здоровье людей. С этой целью производятся отбор и анализ проб воздуха, контролируется качество питьевой воды, ведётся надзор за соблюдением норм гигиены труда.

В связи с принятием Закона «Об охране окружающей среды» (1992) возникла необходимость в изменении структуры государственного мониторинга окружающей среды, устранении параллелизма и дублирования функций в работе его органов для более эффективного государственного управления и контроля качества окружающей среды.

Для этого в 1993 г. была создана Национальная система мониторинга окружающей среды (НСМОС). Целью НСМОС является обеспечение взаимодействия систем наблюдения за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды, осуществление стратегии природопользования, способствующей принятию оперативных управленческих решений в этой области.

Задачи НСМОС:

- обеспечивать регулярные наблюдения за состоянием природных экосистем;
 - осуществлять сбор, обработку (обобщение), хранение и использование экологической информации;
 - проводить оценку фактического состояния природных экосистем, выявление критических ситуаций и источников экологической опасности;
 - формировать оптимальную структуру сети мониторинга;
 - составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы состояния окружающей среды;
 - осуществлять оповещение о катастрофах, стихийных бедствиях и экологически опасных явлениях;
 - подготавливать периодическую информацию о состоянии ОС.
- Структура НСМОС Республики Беларусь представлена на рис. 3.2.

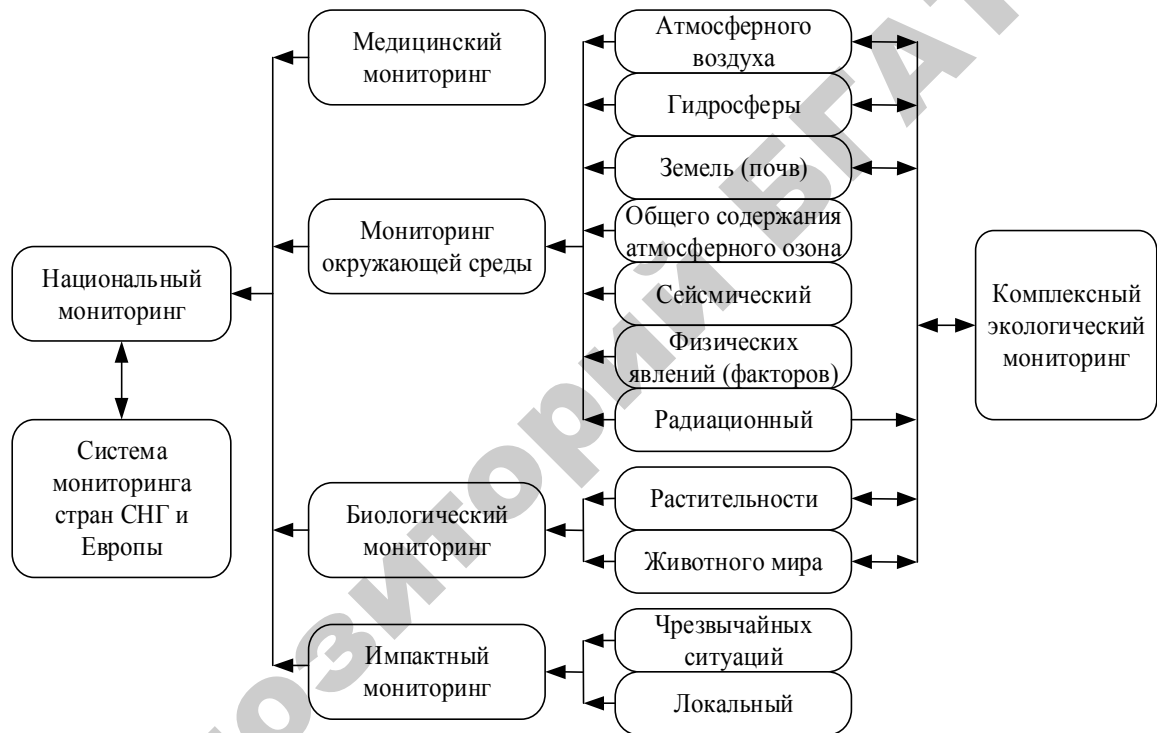


Рис. 3.2. Структура НСМОС Республики Беларусь

Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь – это информационная система о состоянии окружающей среды, объединяющая в себе средства сбора первичной информации, в том числе автоматизированные, и все стадии её обработки до передачи информации потребителям. Основной целью создания Национальной системы мониторинга окружающей среды является сведение воедино разрозненной экологической информации и обеспечение всех уровней управления объективными и достоверными данными для принятия оперативных управленческих решений и определения стратегии природопользования. Национальная система мониторинга окружающей среды призвана объединить все организации и ведомства, выполняющие работы в области экологии и охраны окружающей среды. Это объединение происходит, как в организационном, так и в информационном аспектах. Общими принципами организации НСМОС являются: создание постоянно действующей фиксированной на местности сети опорных пунктов наблюдений (постов, полигонов, стационаров и проч.) для ведения стандартного (согласованного) комплекса наблюдений; выполнение наблюдений по основным (приоритетным) и дополнительным (связанным со спецификой выбросов и сбросов) спискам контролируемых показателей; обеспечение методического и метрологического единства информации путём применения унифицированных методик, технических средств и т. д., что является гарантией получения сопоставимой и достоверной информации. Созданная система включает в себя отдельные виды мониторинга, объединённые общностью выполняемых целей, назначением, реализуемыми функциями и информационным единством. Функционирование отдельных видов мониторинга осуществляется в условиях относительной самостоятельности с выполнением работ по индивидуальным программам. В свою очередь, некоторые виды мониторинга имеют свою внутреннюю структуру, подразделяясь на подвиды. Это относится к следующим видам мониторинга: мониторинг гидросферы, включающий в себя мониторинг поверхностных вод и мониторинг подземных вод; мониторинг земель (почв), включающий в себя мониторинг земельного фонда, агропочвенный мониторинг и мониторинг агротехногенно загрязнённых почв; радиационный мониторинг, включающий в себя мониторинг радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв, объектов жилищно-коммунального хозяйства;

мониторинг лесной, луговой, водной растительности, мониторинг растительности специальных защитных насаждений.

В Национальную систему включены и другие виды мониторинга, находящиеся в развитии: мониторинг земель (почв), медицинский, растительности, сейсмический, чрезвычайных ситуаций, а также вновь создающиеся виды мониторинга, такие как комплексный мониторинг, локальный, общего содержания атмосферного озона, физических явлений (факторов), животного мира. Создание Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь ориентировано на современные достижения в области информатики и обеспечение проведения единой экологической политики на всех уровнях системы. В целом информационная система НСМОС представляет собой совокупность информационных сетей, состоящих из информационно-аналитических центров, вычислительных центров и рабочих станций, а также Главного информационно-аналитического центра Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды (БелНИЦ «Экология»), связанных между собой средствами коммуникации.

Согласно Положению о порядке формирования и ведения государственного фонда данных о состоянии окружающей среды и воздействиях на нее и Перечню экологической информации общего назначения, подлежащему обязательному распространению (утверждены Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 24.05.2008 г. № 734), РУП «Бел НИЦ «Экология» ежегодно готовит и размещает в свободном доступе информацию о состоянии окружающей среды по результатам проведения наблюдений в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь.

Организация и проведение наблюдений за состоянием природных сред в рамках НСМОС возложена на соответствующие министерства и ведомства.

Координирующим органом ведения НСМОС является **Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды**.

В целях регулирования природоохранной деятельности, а также текущего и перспективного планирования мероприятий по снижению вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Республике Беларусь осуществляется государственный учёт в области охраны окружающей среды.

Для учёта количественных, качественных и иных характеристик природных ресурсов, а также объёма, характера и режима их использования ведутся государственные кадастры природных ресурсов.

3.4 Кадастр природных ресурсов

Кадастр природных ресурсов – это систематизированный свод сведений (количественных, качественных и территориально-адресных показателей) о естественно-физических, экологических, хозяйственных, экономических характеристиках и правовом статусе природных ресурсов. Кроме того, кадастр отражает характер изменений состояния ресурсов под воздействием природных и антропогенных факторов, содержит рекомендации по рациональному использованию ресурсов и принятию необходимых мер их охраны.

Основные принципы формирования системы природно-ресурсных кадастров:

- обеспечение требований комплексного природопользования;
- полная достоверность количественного и качественного учёта природных ресурсов и их распределения по пользователям и территории;
- оценка фактического состояния природно-ресурсного потенциала.

Сведения, составляющие кадастры, могут собираться, храниться и использоваться в текстовом, графическом и электронном виде.

В Республике Беларусь ведётся девять государственных кадастров природных ресурсов:

1) земельный кадастр, который включает:

- единый реестр административно-территориальных и территориальных единиц;
- единый государственный регистр недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним;
- реестр цен на земельные участки;
- регистр стоимости земельных участков;
- реестр земельных ресурсов.

В соответствии с законодательством Республики Беларусь земли имеют свою классификацию и делятся на:

- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли населённых пунктов, садоводческих товариществ и 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.

2) кадастр недр;

3) водный кадастр, охватывающий три направления:

- кадастр поверхностных вод;

- кадастр подземных вод;

- кадастр использования водных ресурсов;

4) кадастр атмосферного воздуха;

5) лесной кадастр;

6) кадастр растительного мира, который объединяет:

- кадастровую книгу видов дикорастущих растений, вошедших в Красную книгу, а также подлежащих охране в соответствии с международными договорами;

- кадастровую книгу хозяйственно-ценных растений;

- кадастровую книгу видов дикорастущих растений, оказывающих вредное воздействие и (или) представляющих угрозу биологическому разнообразию, жизни и здоровью граждан;

- кадастровую книгу особо ценных насаждений;

- кадастровую книгу генетического (таксономического) фонда видов растений;

- кадастровую книгу растительных сообществ;

- кадастровую книгу насаждений населённых пунктов;

7) кадастр животного мира, включающий:

- кадастровую книгу генетического фонда диких животных;

- кадастровую книгу диких животных, относящихся к объектам охоты;

- кадастровую книгу диких животных, относящихся к объектам рыболовства;

- кадастровую книгу диких животных, относящихся к видам, включённым в Красную книгу;

- кадастровую книгу диких животных, подпадающих под действие подписанных международных договоров;

8) кадастр парниковых газов (государственный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов). Его составляют:

- Национальный доклад о государственном кадастре парниковых газов, в котором содержится подробная информация о кадастре, указываются все временные ряды объемов выбросов и поглощения парниковых газов, начиная с базового 1990 г. и заканчивая последним кадастровым годом;

- таблицы по теме доклада, включающие количественные данные о выбросах и поглощении парниковых газов. Они представлены в стандартизированной электронной форме, необходимой для сопоставления кадастровых данных и тенденций между ними;

9) кадастр отходов.

Ведение государственных кадастров природных ресурсов координирует **Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.**

3.5 Основы экологического нормирования

Одним из наиболее эффективных средств рационального природопользования и охраны окружающей среды является экологическое нормирование. С его помощью регулируется допустимая нагрузка на экологические системы и устанавливаются границы воздействия хозяйственной деятельности на среду обитания.

Экологическое нормирование представляет собой процесс установления показателей предельно допустимого воздействия человека на окружающую природную среду. Главная цель экологического нормирования – обеспечение взаимоприемлемого сочетания экономических и экологических интересов.

Предельно допустимые нормативы представляют собой компромисс между экологией и экономикой, позволяющий развивать хозяйство и сохранять окружающую среду.

Систему экологического нормирования подразделяют на три составляющие части: **технологическую, научно-техническую и медицинскую.** В основе технологических показателей нормирования лежит способность экономики обеспечивать выполнение установленных пределов воздействия на человека и окружающую природную среду. К научно-техническому показателю можно отнести

способность технических средств контролировать соблюдение пределов воздействия по всем направлениям.

Медицинские (санитарно-гигиенические) нормативы качества окружающей среды определяют пороговый уровень угрозы здоровью населения и компонентам биосферы. К ним относятся предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ, допустимые уровни радиационного воздействия, размеры санитарно-защитных зон. Кроме того, устанавливаются нормативные требования к источнику вредного воздействия, ограничивая его деятельность, а также технологические, строительные и градостроительные правила, содержащие экологические требования. В Беларуси используются экологические стандарты бывшего СССР. Закон «Об охране окружающей среды» возлагает ответственность за разработку и утверждение нормативов качества окружающей среды на органы государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды, а также системы здравоохранения.

Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ (ПДК) – это максимально допустимая масса вредного вещества в единице объёма воздуха (в миллиграммах на метр кубический), воды (на 1 л) или почвы, грунтов, других пород (на 1 кг вещества). ПДК устанавливается на таком уровне, при котором вредные вещества даже при ежедневном воздействии в течение продолжительного времени не вызывают патологических изменений в организме или заболеваний человека, животных и растений. Чтобы установить ПДК атмосферных загрязнений, проводят токсикологический эксперимент на животных (белые крысы, морские свинки и др.) в лабораторных условиях. В специальных камерах животные подвергаются круглосуточному ингаляционному воздействию химического вещества в течение 3–4-х месяцев. Дальше анализируются изменения в организме животных. Аналогичные требования предъявляются к нормативам вредных веществ для воды.

До введения нормативов ПДК для некоторых загрязняющих веществ определяются **ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ)**, полученные расчётным путём на основе известных их токсиметрических параметров и физико-химических свойств. Для каждого загрязняющего вещества установлены класс опасности, максимально разовая и среднесуточная ПДК. **Максимально разовая ПДК** устанавливается для предупреждения рефлекторных реакций у человека (ощущение запаха, изменение активности головного мозга, све-

товой чувствительности глаз и др.) при кратковременном воздействии атмосферных загрязнений (до 20 мин), а **среднесуточная ПДК** – с целью предупреждения их общетоксического, канцерогенного, мутагенного и иного действия. Данные по некоторым наиболее распространённым загрязнителям представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест

Вещества	Класс опасности *	ПДК, мг/м ³	
		максимальная разовая	среднесуточная
Диоксид азота (NO ₂)	2	0,085	0,04
Угарный газ (CO)	4	5,0	3,0
Пыль неорганическая	3	0,15 – 0,5	0,05 – 0,15
Диоксид серы (SO ₂)	3	0,5	0,05
Сероводород (H ₂ S)	2	0,008	–
Бензин	4	5,0	1,5
Бенз(а)пирен	1	–	0,1 мкг/100 м ³
Азотная кислота (HNO ₃)	2	0,4	0,15

* По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности: 1-й – вещества чрезвычайно опасные; 2-й – вещества высокоопасные; 3-й – вещества умеренно опасные; 4-й – вещества малоопасные.

Кроме предельно допустимых концентраций существует такое понятие, как **предельно допустимый уровень (ПДУ)** – это максимальный уровень воздействия радиации, шума, вибрации, магнитных полей и иных вредных физических воздействий, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, их генетического фонда. ПДУ – это то же, что ПДК, но для физических воздействий.

Радиоактивность – это способность радиоактивных изотопов, радионуклидов к самопроизвольному распаду. Следствием ядерного

распада является ионизирующая радиация в виде потока альфа- и бета-частиц, гамма-квантов и нейтронов. Радиоактивность измеряется специальными счётчиками. Радиоактивное излучение является канцерогенным (вызывает раковые заболевания) и мутагенным (увеличивает частоту мутаций) фактором.

Различают естественную и искусственную радиоактивность:

– естественная радиоактивность вызывается естественными радиоактивными изотопами, которые всегда в тех или иных количествах присутствуют в биосфере;

– искусственная радиоактивность обусловлена поступлением в биосферу радиоактивных изотопов, образующихся в результате атомных и термоядерных взрывов, в виде отходов атомной промышленности или в результате аварий на атомных предприятиях.

С радиоактивностью тесно связано понятие *эффективная доза* – величина, которая используется как мера риска возникновения отдалённых последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учётом их радиационной чувствительности.

Шум – беспорядочное сочетание разных по силе и частоте звуков; способен оказывать неблагоприятное действие на организм. Источником шума является любой процесс, вызывающий местное изменение давления либо механические колебания в различных окружающих нас средах. Источниками шума бывают двигатели, насосы, компрессоры, турбины, пневматические и электрические инструменты, молоты, молотилки, станки, центрифуги, бункеры и другие установки, имеющие передвигающиеся детали.

Единица измерения шума – децибел. При уровнях звука свыше 160 децибел возможен разрыв барабанных перепонки и лёгких, больше 200 – смерть.

Вибрация – это малые механические колебания, возникающие в упругих телах под воздействием переменных сил. Вибрация возникает при работе машин и механизмов, имеющих неуравновешенные и несбалансированные вращающиеся органы с движениями возвратно-поступательного и ударного характера. К такому оборудованию относятся металлообрабатывающие станки, ковочные и штамповочные молоты, электро- и пневмоперфораторы, механизированный инструмент, а также приводы, вентиляторы, насосные установки, компрессоры.

С физической точки зрения между шумом и вибрацией принципиальных различий нет. Разница заключается в восприятии: вибрация воспринимается вестибулярным аппаратом и средствами осязания, а шум органами слуха. Колебания механических тел с частотой менее 20 Гц воспринимаются как вибрация, более 20 Гц – как вибрация и звук.

Под воздействием вибрации в организме человека происходит изменение сердечной деятельности, нарушение нервной системы, спазм сосудов, возникают проблемы в суставах. Длительное воздействие вибраций приводит к профессиональному заболеванию – вибрационной болезни.

Ионизирующее излучение – это различные виды микрочастиц и физических полей, способные ионизировать вещество. К ионизирующему излучению не относят ультрафиолетовое излучение и излучение видимого диапазона света, которое в отдельных случаях также может быть ионизирующим.

3.6 Экологический аудит.

Экологическая паспортизация объектов и технологий

Важным элементом контроля загрязнения окружающей среды на уровне субъектов хозяйствования является **экологический аудит** – независимая оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности нормативно-правовых требований в области охраны окружающей среды и подготовка рекомендаций в области экологической деятельности.

Экологический аудит направлен на выявление и оценку потенциально негативного воздействия всех аспектов деятельности экономических субъектов на окружающую среду и здоровье населения, определение возможностей производства дополнительной продукции, услуг, энергетических ресурсов и использования вторичного сырья и отходов, обоснование предложений по внедрению новой техники и технологий.

Экологический аудит впервые был внедрён в практику в США в середине 1970-х годов с целью изучения причин многочисленных аварий и катастроф с серьёзными экологическими последствиями и значительного увеличения экологических издержек на предприятии-

ях химической промышленности. В 1980-е годы экологический аудит стал использоваться в странах Европы, что, в конечном итоге, привело к принятию ЕС в 1993 году специального постановления «Об экологическом аудите», делающего его проведение обязательным для всех производственных предприятий, расположенных на территории ЕС.

Сегодня ни одна крупная компания не примет решения об инвестициях, предоставлении кредита или других операциях, связанных с расширением, модернизацией и другой реорганизацией предприятий, без проведения экологического аудита, важнейшей задачей которого является выявление потенциальных экологических рисков.

Проведение экологического аудита сегодня является обязательным условием предоставления кредитов и займов международных финансовых организаций.

Цели и задачи экологического аудита:

- обоснование политики и стратегии в области охраны окружающей среды;
- анализ и оценка экологических аспектов хозяйственных и иных проектов;
- анализ и оценка нормативных актов в области охраны окружающей среды;
- обоснование и инициация экологической деятельности;
- идентификация экологических проблем производств и территорий.

Виды экологического аудита подразделяются на обязательный и инициативный. Могут встречаться следующие его виды:

- определение соответствия субъекта хозяйственной деятельности природоохранным требованиям;
- оценка эффективности системы экологического менеджмента (управления);
- оценка экологической безопасности используемого сырья, оборудования, технологий;
- оценка экономического ущерба от загрязнения;
- оценка опасности отходов;
- определение рациональности природопользования на конкретной территории;
- оценка энергопотребления и предложение путей по его снижению;

- определение объёма выбросов парниковых газов и выработка мероприятий по их снижению;
- оценка экологического риска в результате техногенных аварий и стихийных природных процессов;
- выделение экологических проблем и разработка мероприятий по их решению;
- обоснование принимаемых нормативно-правовых актов на предмет экологической безопасности.

Объектами экологического аудита являются:

- имущество (земельные участки, природные объекты, здания и сооружения, машины и оборудование и пр.);
- текущие операции предприятия (производственные, коммерческие и пр.);
- система управления предприятием в чрезвычайных ситуациях;
- программа охраны окружающей среды и обеспечения безопасности трудового коллектива и т. д.

Экологический аудит может быть как *внешним*, то есть проводиться по инициативе сторонних организаций, так и *внутренним*, проводимым по решению самого предприятия. Как правило, процедура экологического аудита является добровольной, но в тех случаях, когда деятельность предприятия угрожает окружающей среде и здоровью людей, она может быть проведена принудительно по решению органа исполнительной власти. Вместе с тем, экологический аудит можно подразделить на *обязательный*, который проводится в случаях, предусмотренных законодательством, и *инициативный*, заказчиком которого является сам экономический субъект.

В Беларуси процедура экологического аудита в последние годы получает всё более широко распространение. С 2000 года в Беларуси действуют национальные стандарты СТБ ИСО 14010 и СТБ ИСО 14011, определяющие общие принципы и процедуры экологического аудита на основе международных стандартов ИСО 14000. Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27 марта 2006 года были утверждены Правила проведения экологического аудита, Правила аттестации экологического аудитора, Правила представления заключения о проведении экологического аудита, а также Правила представления отчёта о проведении экологического аудита.

Однако с 1 июля 2016 года взамен действующих с 2006 года Правил проведения экологического аудита действует новое Положение о проведении экологического аудита, утверждённое Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 26.05.2016 г. № 412, в котором предусмотрен ряд изменений, улучшающих проведение экологического аудита на промышленных предприятиях Республики Беларусь.

Согласно Закону Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» при эксплуатации зданий, сооружений и иных объектов юридические лица и индивидуальные предприниматели обязаны вести экологический паспорт предприятия. Под экологическим паспортом предприятия понимается документ, включающий данные по использованию юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность, ресурсов (природных и вторичных) и определению влияния производства на окружающую среду (из статьи 37 Закона).

Главной целью введения экологического паспорта предприятия является создание информационной базы для экологизации технологических процессов и гармонизации деятельности предприятия в системе «природа–общество», то есть единого информационного документа для отображения видов вредного воздействия на природные ресурсы и оценки их комплексного воздействия на окружающую среду.

Работа по внедрению экологических паспортов предприятий в Беларуси была начата еще в 1990 г., когда был принят ГОСТ 17.0.0.04.90 «Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения».

Постановлением Госстандарта Республики Беларусь № 59 от 25 сентября 2012 г. введен стандарт ***СТБ 17.01.00-01-2012 «Охрана окружающей среды и природопользование. Экологический паспорт предприятия. Основные положения»***, а Постановлением Министерства природных ресурсов и окружающей среды Республики Беларусь N 25 от 7 июля 2013 г. была утверждена Инструкция о порядке ведения экологического паспорта предприятия (взамен Постановления N 107 от 1 декабря 2008 г.).

Экологический паспорт состоит из разделов и таблиц. Некоторые таблицы заполняются единовременно, а некоторые – ежегодно.

Экологический паспорт включает в себя, помимо титульного листа, следующие разделы:

Раздел 1. Общие сведения о природопользователе.

- 1) общие сведения о природопользователе;
- 2) реализованные проектные решения;
- 3) данные о месторасположении обособленных структурных подразделений;
- 4) перечень зданий и сооружений, предназначенных для охраны окружающей среды и улучшения экологической обстановки, освобождаемых от налога на недвижимость;
- 5) комплексное природоохранное разрешение.

Раздел 2. Производственная характеристика природопользователя.

- 1) объемы выпускаемой продукции, оказания услуг;
- 2) расход сырья и вспомогательных материалов, ресурсов;
- 3) расход энергоресурсов;
- 4) озоноразрушающие вещества, оборудование, содержащее ПХБ.

Раздел 3. Охрана атмосферного воздуха.

- 1) разрешение на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- 2) стационарные источники загрязняющих веществ.

Раздел 4. Использование земельных ресурсов.

- 1) использование земельных ресурсов.

Раздел 5. Водопотребление и водоотведение.

- 1) разрешение на специальное водопотребление;
- 2) водоотведение предприятия;
- 3) общие сведения об очистных сооружениях сточных вод.

Раздел 6. Обращение с отходами производства.

- 1) разрешение на хранение и разрешение на захоронение отходов производства;
- 2) образование отходов производства;
- 3) сведения о наличии введенных в эксплуатацию объектах по использованию отходов, объектов хранения, захоронения и обезвреживания отходов.

Раздел 7. Сведения о транспорте предприятия.

- 1) сведения о транспорте предприятия по состоянию на 01.01.20__г.

Раздел 8. Мероприятия по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды.

1) мероприятия по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды;

2) налоги и неналоговые сборы в области охраны окружающей среды.

Раздел 9. Программа осуществления производственного аналитического контроля и (или) локального мониторинга в области охраны окружающей среды.

1) программа осуществления производственного аналитического контроля и (или) локального мониторинга в области охраны окружающей среды.

Картографический материал.

Картосхемы должны отображать границы производственной площадки или иного объекта разработки экологического паспорта (территория природопользователя), а также:

– объекты хранения отходов на территории природопользователя (санкционированные места хранения отходов, определённые в разрешениях на хранение отходов производства);

– объекты захоронения отходов на территории природопользователя (санкционированные места захоронения отходов, определённые в разрешениях на захоронение отходов производства);

– места отбора проб почв в рамках ведения локального мониторинга за землями (почвами) в местах расположения выявленных или потенциальных источников их загрязнения на территории природопользователя;

– места забора воды из поверхностных и (или) подземных водных объектов;

– места выпуска сточных вод в поверхностные и (или) подземные водные объекты с территории природопользователя, указывая наличие приборов учёта в означенных местах, а также включение их в систему ведения локального мониторинга сбросов сточных вод в водные объекты и (или) подземными водами в местах расположения выявленных или потенциальных источников их загрязнения;

– организованные и неорганизованные источники выбросов загрязняющих веществ с выделением источников, оснащённых газоочистным оборудованием, приборами контроля, включенных

в систему локального мониторинга, подлежащих регулированию в период неблагоприятных метеорологических условий.

Экологическая паспортизация предприятий и других хозяйственных объектов является эффективной мерой охраны окружающей среды и оздоровления экологической ситуации. Экологический паспорт относится к основной проектно-технологической документации, он должен быть на каждом предприятии.

На уровне субъектов хозяйствования управление природопользованием осуществляет их администрация. Функции управления охраной окружающей среды на предприятиях состоят в планировании природоохранных мероприятий, эксплуатации основных природоохранных фондов и контроле за выбросами (сбросами) загрязнений. Реализация их должна способствовать совершенствованию технологии производства, ремонтно-эксплуатационных и наладочных работ, безаварийной работе оборудования, своевременному выполнению планово-предупредительного и текущего ремонтов.

К природоохранному комплексу предприятий относятся группы охраны природы при главном инженере, главном энергетике или главном технологе, участки очистных сооружений и водоканализации, газопылеулавливающие установки, санитарно-промышленные лаборатории. Количество работающих в природоохранных подразделениях может составлять 3–5 % от общей численности рабочих. Как правило, один из заместителей директора предприятия является ответственным за охрану природы.

Определённые природоохранные функции выполняет и отдел техники безопасности: осуществляет проверку работы вентиляционных, санитарно-технических систем и т. п.

Важное место в природоохранной деятельности принадлежит заводским лабораториям, которые осуществляют контроль за состоянием сточных вод, работой очистных сооружений. Их деятельность, в свою очередь, контролируется районными санэпидемстанциями, органами водоочистки, Минприроды.

Многие предприятия самостоятельно планируют снижение затрат и ресурсов, необходимых для производства выпускаемой продукции, создают при этом систему управления окружающей средой. Система управления окружающей средой (СУОС) – часть общей системы административного управления, включающей в себя организационную структуру, планирование, ответственность,

методы, процедуры, процессы и ресурсы, необходимые для разработки, внедрения, реализации, анализа и поддержания экологической политики.

На территории Республики Беларусь работы по созданию и сертификации СУОС ведутся с 1998 года. В соответствии с основными положениями экологической сертификации продукции и производств в Республике Беларусь каждое предприятие проводит свою экологическую политику, ставит перед собой определённые цели и задачи. Экологическая политика – это заявление организации о своих намерениях и принципах, которое служит основанием для действия и установления целевых и плановых экологических показателей, обеспечивающих достижение требуемой экологической эффективности.

Применение и функционирование СУОС в Республике Беларусь регламентированы следующими документами:

- СТБ ИСО 14001-2005 «Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению системы управления окружающей средой» (далее – СТБ ИСО 14001);

- СТБ ИСО 14004-2005 «Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования».

Система управления окружающей средой (СУОС) в комплексе ИСО 14000 определяется как составная часть общей системы административного управления предприятием и одновременно организационно-техническая система, включающая следующие виды обеспечения:

- организационное – разного рода руководящие материалы (положения, инструкции, приказы), которые регламентируют деятельность и распределение ответственности между отдельными руководителями, подразделениями, службами предприятия при создании, функционировании и развитии СУОС;

- нормативно-правовое – совокупность законодательных, подзаконных, нормативно-технических документов, экологических нормативов (допустимые выбросы, сбросы, сливы и т. п.), регламентирующих экологические аспекты деятельности (продукции) предприятия, в том числе деятельность в области природопользования;

- методическое – совокупность методик и руководств, отражающих экологическую политику предприятия, определяющих его

деятельность по экологическому оздоровлению; экологические программы, планы, процедуры производственно-экологического мониторинга; методики оценки воздействия, оказываемого на окружающую среду деятельностью (продукцией) предприятия; методики оценки экологического риска и экономической эффективности мероприятий по охране окружающей среды и др. Методическое обеспечение СУОС может оформляться в виде специального Руководства по управлению охраной окружающей среды;

- информационное – протоколы, записи, файлы, содержащие результаты производственно-экологического мониторинга, экологического аудита, свидетельствующие о фактическом значении воздействия на окружающую среду, фоновом уровне загрязнения компонентов окружающей среды, нормативных и сверхнормативных выбросах, размерах штрафов за загрязнение окружающей среды и др.;

- кадровое – сведения о специалистах различных уровней управления предприятием, инженерно-технических работниках, специалистах по промышленной экологии, а также по обучению и повышению квалификации кадров в области охраны окружающей среды и др.;

- техническое – совокупность технических средств природоохранного характера (средства очистки выбросов и сбросов, экологического и промышленного мониторинга, периферийное оборудование, средства связи и передачи данных и др.);

- ресурсное – средства материально-технического снабжения, финансовые ресурсы, используемые (планируемые к использованию) при создании, обеспечении функционирования и развития СУОС.

Система управления охраной окружающей среды (СУОС) включает следующие элементы: экологическая политика, экологический аспект, законы и другие требования, целевые и плановые экологические показатели, программа управления охраной окружающей среды, процедура ответственности, анализ со стороны руководства, документация системы управления охраной окружающей среды, управление операциями, мониторинг измерений, несоответствие, корректирующие и предупреждающие действия, подготовленность к аварийным ситуациям, зарегистрированные данные и т. д. После установки и сертификации СУОС на предприятиях проводится экологический аудит системы.

По отдельным элементам СУОС рекомендуется проводить аудиторскую проверку не менее одного раза в год. Полная проверка всех элементов и подразделений системы должна производиться раз в 3 года. Внешний аудит СУОС проводят аккредитованные органы по сертификации, получившие аттестат сертификации Государственного комитета по стандартизации, метрологии и сертификации Республики Беларусь и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь на этот вид деятельности.

Основными целями СУОС являются: улучшение состояния окружающей среды за счет выпуска экологически чистой отечественной продукции и организации экологически чистых производств; совершенствование правовых механизмов в сфере экологического нормирования; создание показателей экологической безопасности – нормативов, правил, норм оценки и показателей для диагностики качества продукции и технологических процессов на их экологическую чистоту; совершенствование службы лабораторного контроля за соблюдением норм экологической безопасности производств и продукции; создание систем экологического аудита и систем управления экологическим состоянием производств, которые включают:

- 1) улучшение состояния здоровья населения за счет использования на внутреннем рынке экологически чистой отечественной и иностранной продукции;
- 2) содействие интеграции экономики республики в мировой рынок, повышение конкурентоспособности отечественной продукции;
- 3) предотвращение ввоза в республику экологически опасной продукции и технологий, а также реализация экологически безопасных проектов создания современных производств, технологических процессов и оборудования;
- 4) установление статуса экологического сертификата и Знака экологически чистой продукции в качестве документов, гарантирующих соблюдение требований национального законодательства в области охраны окружающей среды.

Получение сертификата на СУОС означает завершение очередного этапа работы предприятия на пути его адаптации к правилам и требованиям мирового рынка. Для успешной работы на мировом рынке необходимо освоить правила и соответствовать всем требованиям. Выполнение этих условий обязательно. Обязательно и подтвержде-

ние их выполнения сертификатами. Причём они должны быть выданы сертификационными организациями, признанными в мире.

По этим причинам предприятия республики напрямую заинтересованы в получении экологического сертификата на системы управления охраной окружающей среды (СУОС), так как это одно из первых требований зарубежных партнеров при заключении контракта или договора.

Внедрение систем СУОС и сертификация на соответствие стандарту СТБ ИСО 14001 приносит целый ряд экономических выгод:

- снижение издержек за счёт экономии, сбережения и уменьшения потерь сырья, материалов, энергоресурсов;
- рост доходов за счет возросшего спроса на экологически чистую продукцию;
- повышение качества продукции, уменьшение брака;
- рост производительности труда от улучшения экологического состояния рабочих мест, производственных площадок, снижения экологических рисков для персонала;
- уменьшение аварий и затрат на ликвидацию их экологических последствий;
- сокращение на 10 % сумм экологического налога в течение трёх лет после получения сертификата.

Предприятия, внедрившие СУОС, получают также стратегические преимущества:

- совершенствование системы менеджмента в целом;
- создание и укрепление имиджа предприятий, основанного на экологической ответственности;
- обновление видов продукции, возрастание их конкурентоспособности;
- возможности для роста эффективности маркетинга и рекламы;
- повышение инвестиционной привлекательности;
- снятие экологических барьеров при выходе на мировой рынок;
- конкурентное преимущество на рынке труда (при прочих равных условиях) в привлечении высококвалифицированного персонала;
- расширение кредита доверия в отношениях с инвесторами, акционерами, органами местной власти и государственного экологического контроля, населением.

4. СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА, ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

4.1 Экологический кризис и экологические проблемы современности

В XXI век человечество вступило в состоянии экологического кризиса. В последние десятилетия антропогенные изменения окружающей среды приобрели такие размеры, что человек прямо или косвенно сам стал их жертвой. Развитие мировой цивилизации привело к формированию острейшего экологического кризиса, который в той или иной форме проявляется во всех индустриально развитых странах.

В настоящее время под экологическим кризисом понимают критическое состояние окружающей среды, характеризующееся нарушением равновесия в природных экосистемах под воздействием современной деятельности человека и являющееся результатом несоответствия развития производительных сил и производственных отношений ресурсно-экологическим возможностям биосферы. Экологический кризис является особым типом экологической ситуации, когда среда обитания видов изменяется так, что ставит под сомнение их дальнейшее существование.

Стадия взаимодействия между обществом и природой, на которой до предела обостряются противоречия между экономикой и экологией, а возможности сохранения потенциального гомеостаза, т. е. способности саморегуляции экосистем в условиях антропогенного воздействия, серьезно подорваны, и получила название *экологического кризиса*.

Экологические кризисы на планете Земля наблюдались и прошлом. Например, экологический кризис в эпоху палеолита, который привёл к вымиранию крупных млекопитающих. Экологические кризисы в прошлом отличало то, что они проходили в течение довольно длительного периода времени и в определённых регионах планеты Земля.

В настоящее время современный кризис характеризуется масштабами воздействия человека и существенным увеличением влияния изменённой природы на развитие общества.

Воздействие человека на биосферу изменялось в процессе эволюции и прошло следующие основные этапы:

1) воздействие человека на биосферу только как любого биологического вида;

2) интенсивная охота без резкого изменения естественных экосистем;

3) изменение природных экосистем в результате выжигания травянистой растительности, выпаса животных и др.;

4) увеличение влияния на природную среду путём изменения части экосистем (вырубка лесов, распашка земель и др.);

5) глобальное изменение всех экологических компонентов в целом в связи с неограниченной интенсификацией хозяйства.

Несмотря на то, что современной экологической наукой доказано, что биота способна регулировать и стабилизировать окружающую среду, в настоящее время влияние человека достигло такого уровня, что она утрачивает данную способность.

Основные причины экологического кризиса условно подразделяют на *абиотические* и *биотические*.

Абиотические причины экологического кризиса приводят к тому, что качество окружающей среды деградирует по сравнению с потребностями вида после изменения абиотических экологических факторов (например, увеличение температуры воздуха или уменьшение количества выпавших осадков). Биотические причины экологического кризиса обусловлены тем, что окружающая среда становится сложной для выживания человечества из-за перенаселения.

Среди причин истощения, загрязнения и разрушения природной среды, исходящих от антропогенной деятельности человека, можно выделить объективные и субъективные (рис. 4.1).

Экологическое невежество проявляется в нежелании изучать законы взаимосвязи человека и окружающей среды, а игнорирование этими законами, пренебрежительное отношение к ним проявляется в виде экологического нигилизма.

Существуют мнения, что мы уже находимся в экологической катастрофе или мы уже вступаем в глобальный экологический кризис, или это есть лишь отдельные локальные моменты экологического неблагополучия. Разница заключается в том, что кризис – это обратимое состояние, в котором человек выступает активной действующей стороной. Катастрофа – необратимое явление, человек не может изменить ситуацию.

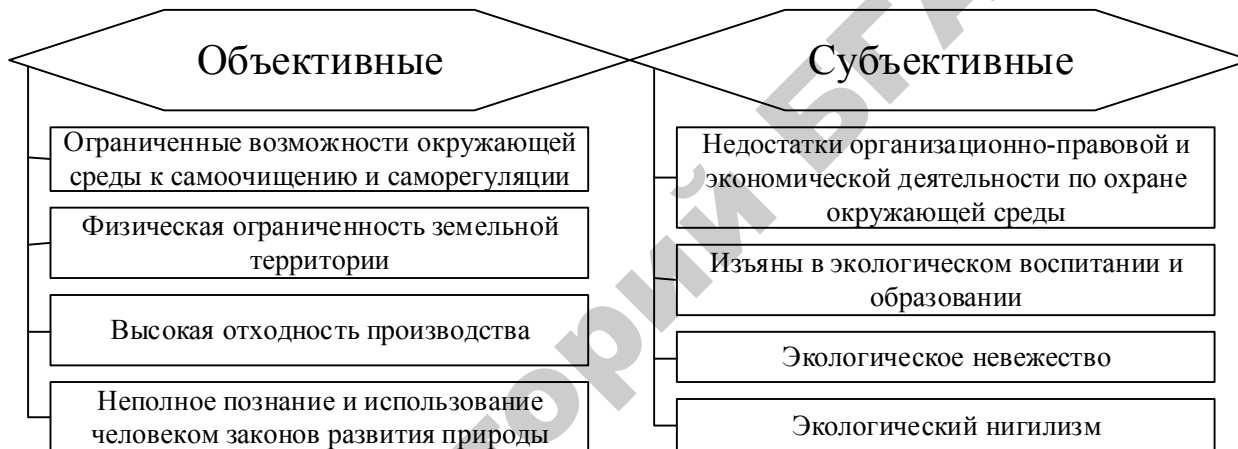


Рис. 4.1. Причины истощения, загрязнения и разрушения природной среды

Наиболее вероятной причиной, вызвавшей современный экологический кризис, считается техногенная деятельность человека, которая стала геологической силой, разрушающей планету Земля. Масштаб техногенного воздействия на природу привёл к экологическим проблемам, которые требуют первоочередного решения. Это, в первую очередь, касается водных и земельных ресурсов, состояния атмосферы и др.

Спасательная альтернатива выхода из экологического кризиса состоит в том, что только устойчивое развитие цивилизации, предполагающее гармоничное взаимоотношение человечества с окружающей средой, может спасти его от неизбежной гибели.

Для решения проблемы экологического кризиса необходимо учитывать следующие экологические проблемы:

1) в литосфере (увеличение площади антропогенных пустынь, опустынивание земель, водную и ветровую эрозии почв, загрязнение почвы токсическими веществами, низкое плодородие земель, заболачивание и засоление, подтопление, оползни, изменение экосистем при освоении недр и др.);

2) в гидросфере (загрязнение пресноводных и морских природных экосистем, эвтрофикация водоёмов под влиянием хозяйственной деятельности человека, истощение запасов пресных грунтовых вод, обмеление и исчезновение малых рек, увеличение объёмов сточных вод, негативные последствия при создании водохранилищ, плотин и др.);

3) в атмосфере (интенсивное загрязнение атмосферного воздуха, отрицательное влияние поллютантов (загрязнителей) атмосферы на организмы человека, животных, растений и экосистем в целом; потепление климата планеты в будущем, разрушение озонового слоя, кислотные дожди, смоги и др.);

4) в биотических сообществах (деградацию лесов, обеднение генфонда биосферы, уменьшение биологического разнообразия планеты, пожары и выжигание растительности, широкую вырубку лесов, сокращение численности и вымирание многих видов растений и животных и др.);

5) в среде обитания (увеличение объёмов бытовых и производственных отходов, негативное влияние на живые организмы химических, физических и биологических воздействий, рост техногенных аварий и катастроф и др.).

Выход из глобального экологического кризиса является важнейшей научной и практической проблемой современности.

Преодоление экологического кризиса возможно лишь при условии гармоничного развития природы и человека, снятия антагонизма между ними. Это достижимо лишь на основе реализации «триединства естественной природы, общества и природы очеловеченной» на путях устойчивого развития общества, комплексного подхода к решению природоохранных проблем.

4.2 Глобальные экологические проблемы современности

Сегодня, во втором десятилетии XXI века, человечество всё острее ощущает на себе давление глобальных проблем современности. Эти проблемы всё более настойчиво напоминают о себе и даже в будущем угрожают самому существованию жизни на Земле. Всё это может привести человечество к экологической или социальной катастрофе. Неблагоприятная экологическая обстановка складывается не только в отдельных странах, но и достигает глобальных масштабов, так как помимо отдельных территорий наблюдается ухудшение состояния окружающей среды планеты в целом.

К основным глобальным экологическим проблемам современности, находящимся в поле зрения человечества в начале XXI века, следует отнести следующие:

1) загрязнение воздушного бассейна газовыми примесями с образованием ядовитых и сильно действующих вредных веществ, кислотных дождей; 2) изменение климата Земли на основе усиления парникового эффекта; 3) разрушение плотности озонового слоя; 4) истощение запасов пресных вод; 5) загрязнение вод Мирового океана; 6) качественное истощение вод суши; 6) сокращение биологического разнообразия; 7) сокращение площади тропических и северных лесов; 8) загрязнение и деградация земель (почв) во многих регионах мира; 9) перенаселение Земли; 10) стихийные бедствия и техногенные аварии; 11) проблема управления отходами, образуемыми в процессе человеческой деятельности, и др.

Загрязнение воздушного бассейна (рис. 4.2).

К основным источникам загрязнения воздушного бассейна человеком относятся следующие.

1. Тепловые и атомные электростанции. В результате сжигания жидкого и твёрдого топлива в атмосферу выделяется дым, в котором содержатся оксиды углерода, серы, азота и др. Например, тепловая электростанция (ТЭС) мощностью 2,4 млн кВт расходует

в сутки около 20 тыс. т угля и выбрасывает в атмосферу 680 т диоксида и триоксида серы, 140 т золы и пыли, 200 т оксидов азота. АЭС загрязняют воздух радиоактивным йодом, радиоактивными инертными газами и аэрозолями.

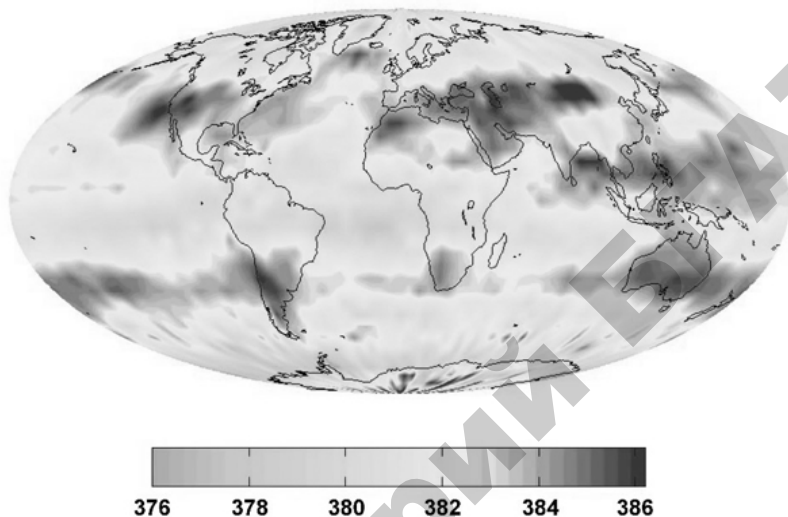


Рис. 4.2. Загрязнение воздушного бассейна

2. *Чёрная и цветная металлургия.* Например, при выплавке 1 т стали в атмосферу выбрасывается 0,04 т твёрдых веществ, 0,03 т оксидов серы и примерно 0,05 т оксидов углерода, а также свинец, фосфор, мышьяк, пары ртути и др.

3. *Химическая промышленность.* Выбросы данной отрасли по объёму не очень велики, однако вследствие высокой токсичности и концентрированности опасны для человека, животных организмов и растений. Химическая промышленность выделяет в атмосферу соединения фтора и хлора, оксиды серы, аммиак, нитрозные газы, сероводород и др.

4. *Выбросы автотранспорта.* В настоящее время насчитывается несколько сот миллионов автомобилей, которые сжигают большое количество нефтепродуктов и выделяют такие токсические соединения как бенз(а)пирен, альдегиды, оксиды азота, углерода, свинца и др.

Физиологическое воздействие на организм человека загрязнителей атмосферного воздуха, или поллютантов, грозит серьёзными последствиями. Например, при соединении диоксида серы с водяными парами воздуха образуется серная кислота, разрушающая лёгочную ткань человеческого организма и животных. Содержащая диоксид кремния пыль приводит к тяжёлым заболеваниям лёгких – силикозу, а содержащиеся в воздухе оксиды азота, помимо разъедания слизистых оболочек глаз и лёгких, образуют ядовитые туманы.

Оксид углерода, находящийся в атмосферном воздухе, представляет серьёзную опасность для людей, страдающих различными сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Антропогенные выбросы в атмосферу загрязняющих веществ наносят вред не только самому человеку, но и животным, растениям и экосистемам в целом. При выбросах токсических веществ высокой концентрации наблюдались массовые отравления диких животных, птиц и насекомых. Поражение животных происходит как через органы дыхания, так и при поедании растений, которые содержат ядовитые соединения. В растительный организм ядовитые вещества попадают в ткани растений через устьица, а также из почвы через корневую систему.

Газообразные загрязняющие вещества могут по-разному влиять на растительность. Например, если этилен и оксид углерода приводят к слабому повреждению листьев и побегов, то пары ртути, хлор и аммиак полностью уничтожают зелёные растения. Но особенно опасными для растений является диоксид серы, от которого гибнут многие деревья и кустарники.

Изменение климата Земли.

Одной из важнейших международных проблем XXI века является изменение общепланетарного климата. Особенную обеспокоенность вызывает общий стремительный рост динамики катаклизмов, который наблюдается в последние десятилетия.

Сейчас этот процесс начал входить в новую активную фазу, о чём свидетельствуют заметные скачки выделяемой сейсмической энергии, зафиксированные при участившихся сильных землетрясениях, а также увеличение числа мощных разрушающих тайфунов, ураганов, повсеместное изменение грозовой активности и другие аномальные явления природы.

Информация о глобальном изменении климата свидетельствует о развитии крайне негативной ситуации для человечества. В докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) от 31 марта 2014 г. говорится, что на всех континентах и пространствах океанов уже наблюдаются воздействия изменения климата, в связи с высокими уровнями глобального потепления, и мир плохо подготовлен к рискам, связанным с изменением климата. Отмечается, что уже сейчас наблюдаемые последствия изменения климата затронули экосистемы суши и океана, некоторые источники средств к существованию людей, системы водоснабжения, сельское хозяйство, здоровье человека. Существует климатическая гипотеза, что одной из основных причин изменения глобального климата на Земле является антропогенное воздействие на природу, связанное с выбросом парниковых газов в атмосферу. На этом основании разработаны различные международные документы, такие, например, как Киотский протокол (дополнение к Рамочной конвенции ООН об изменении климата).

Глобальные климатические изменения на Земле требуют реальной консолидации усилий всех людей на планете для выживания цивилизации в ближайшем будущем.

Разрушение озонового слоя.

Озоновый слой расположен в стратосфере на высоте от 12 до 50 км (наибольшая плотность на высоте около 23 км). И, несмотря на то, что концентрация озона в атмосфере меньше 0,0001 %, озоновый слой полностью поглощает губительное для всего живого коротковолновое ультрафиолетовое излучение. Долгое время озоновый слой стремительно истощался из-за деятельности человека (рис. 4.3).

Вот основные причины его истончения: 1) во время запуска космических ракет в озоновом слое буквально «выжигаются» дыры; 2) самолёты, летающие на высотах в 12–16 км, приносят вред озоновому слою, тогда как летающие ниже 12 км, напротив, способствуют образованию озона; 3) выброс в атмосферу фреонов.

Разрушение озонового слоя фреонами.

Самой главной причиной разрушения озонового слоя являются хлор и его водородные соединения. Огромное количество хлора попадает в атмосферу, в первую очередь, от разложения фреонов. Расширяясь, фреоны охлаждаются, поэтому широко используются

в холодильной промышленности. Когда фреоны поднимаются в верхние слои атмосферы, от них под действием ультрафиолетового излучения отщепляется атом хлора, который начинает одну за другой превращать молекулы озона в кислород.

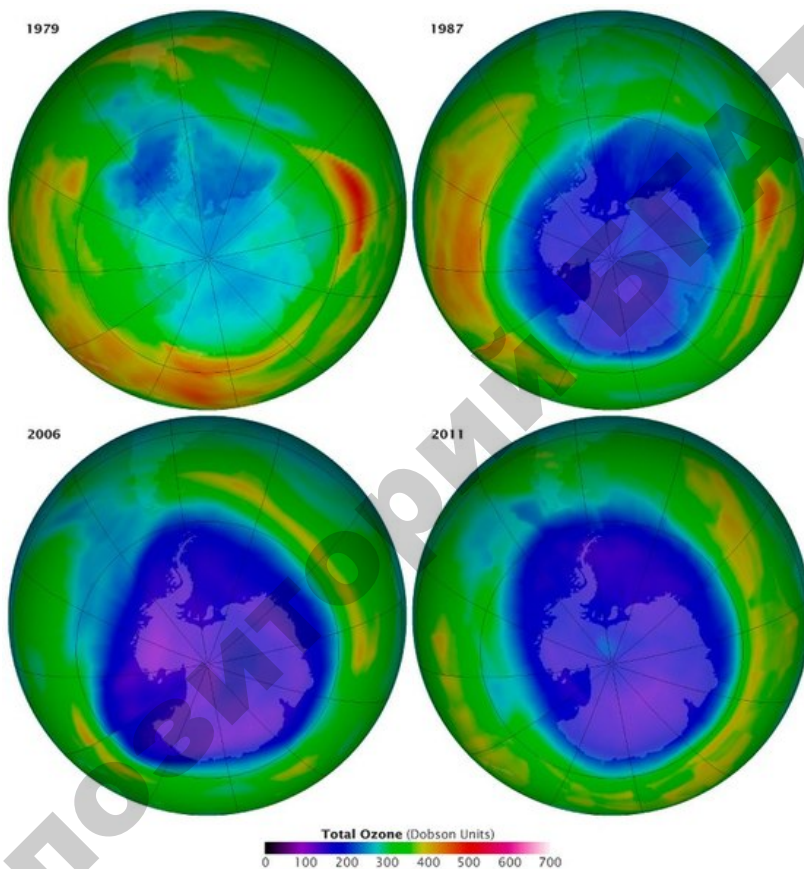


Рис. 4.3. Разрушение озонового слоя

В 80-х годах мировое сообщество начало принимать меры по сокращению производства фреонов. В сентябре 1987 г. 23 ведущими странами мира была подписана конвенция, согласно которой страны к 1999 г. должны были снизить потребление фреонов в два раза.

Сейчас достигнуты неплохие результаты по поиску заменителей фреонов. За последние десятилетия производство фреонов сократилось более чем в два раза, но их использование всё еще продолжается. По оценкам учёных, до стабилизации озонового слоя должно пройти еще как минимум 50 лет.

Кислотные дожди.

Кислотными дождями принято называть любые атмосферные осадки (дождь, снег, град), содержащие какое-либо количество кислот. Наличие кислот приводит к снижению уровня pH. Чем ниже уровень pH, тем больше ионов водорода в растворе, тем более кислой является среда (рис. 4.4).

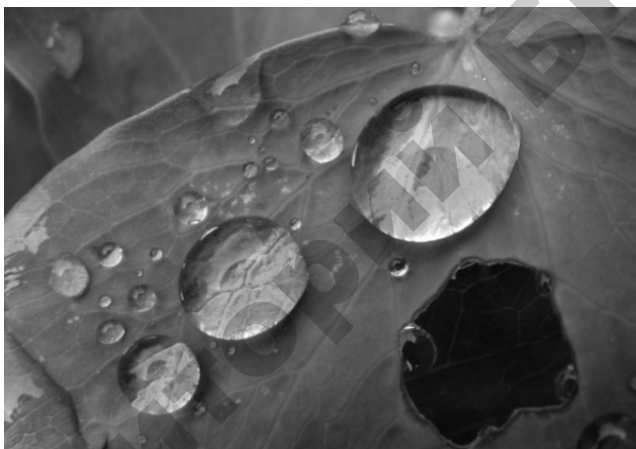


Рис. 4.4. Разрушение тканей листа кислотным дождём

Для дождевой воды среднее значение pH равно 5,6. В случае, когда pH осадков меньше 5,6, – говорят о кислотных дождях. Соединениями, приводящими к снижению уровня pH осадков, являются оксиды серы, азота, хлористый водород и летучие органические соединения.

Основной причиной кислотных дождей является загрязнение атмосферы. Если лет тридцать назад в качестве глобальных причин, вызывающих появление в атмосфере соединений, «окисляющих» дождь, назывались промышленные предприятия и тепловые электростанции, то сегодня этот список дополнился автомобильным транспортом.

Теплоэлектростанции и металлургические предприятия «дарят» природе около 255 млн тонн оксидов серы и азота. Антропогенными источниками оксидов серы являются предприятия, производящие серную кислоту и перерабатывающие нефть. Выхлопные газы автомобильного транспорта – 40 % оксидов азота, попадающего в атмосферу.

Наиболее чувствительными к кислотным дождям оказываются многие формы жизни в реках и озёрах. Происходит гибель рыбы. Кислотные дожди вредно действуют на растительный покров. Излишне кислая вода разрушает листья и ослабляет растения за счёт снижения уровня питательных веществ в почве и, как следствие, увеличение доли токсичных веществ.

Сами по себе кислотные дожди не оказывают непосредственно воздействия на здоровье человека. Угрозу для здоровья представляют соединения, которые образуются в атмосфере из-за попадания в неё оксидов серы и азота. Реальным решением проблемы кислотных дождей будет сокращение выбросов деятельности предприятий, установка фильтров и создание экологически безопасных производств.

Истощение запасов пресных вод и загрязнение вод Мирового океана.

За период с 1900 по 1995 г. потребление пресной воды в мире увеличилось в шесть раз, что более чем в два раза опережает темпы прироста населения. Почти треть земель проживает в странах, которые потребляют воду в объёме, на 10 % превышающем имеющиеся у них запасы. Если нынешние тенденции сохранятся, то к 2025 г. каждые два из трёх жителей Земли будут проживать в условиях водного дефицита.

Основным источником обеспечения человечества пресной водой являются в целом активно возобновляемые поверхностные воды, которые составляют около 39 000 км³/год. Если в 1970-е гг. на одного жителя земного шара приходилось в среднем около 11 тыс. м³/год этого богатства, то в 1980-е гг. – уже 8,7 тыс., а к концу XX в. – 6,5 тыс. м³/год. Человечество не может не настораживать такое резкое (почти в два раза) падение обеспеченности пресной водой.

Прогнозируется, что к 2050 г. с учётом роста численности населения Земли до 9 млрд человек обеспеченность водой составит всего 4,3 тыс. м³/год.

Подземные воды обеспечивают потребности трети населения Земли, поэтому большую озабоченность вызывает нерациональное использование и несовершенные методы эксплуатации подземных вод.

Сегодня от нехватки воды страдают Ближний Восток и Северная Африка, а к середине XXI в. к ним могут присоединиться и страны Африки к югу от Сахары, где ожидается увеличение населения в два-три раза.

Охрана запасов водных ресурсов непосредственно связана с разработкой стратегии водопользования на национальном и местном уровнях.

Мировой океан является крупнейшей экологической системой планеты Земля. Морская вода занимает 95 % объёма всей гидросферы. Международное сообщество активно ищет пути эффективной охраны морской среды. Уже подписано более 100 конвенций, соглашений, договоров и других правовых актов, направленных на предотвращение загрязнения Мирового океана.

Существенно дестабилизирует экологическую обстановку нефтяное загрязнение в Мировом океане. Сильное загрязнение наблюдается у побережий, где располагаются морские порты, нефтеперерабатывающие заводы и загрязнённые сбросами стоки рек (рис. 4.5).

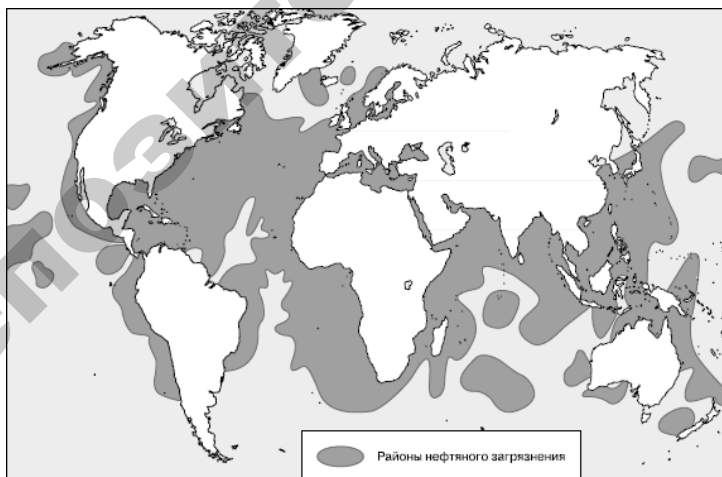


Рис. 4.5. Нефтяное загрязнение в Мировом океане

В формировании нового международно-правового режима Мирового океана ведущее место занимает Конвенция ООН по морскому праву (1982). Конвенция провозгласила «район дна морей и океанов и его недра» общим наследием человечества.

Качественное истощение вод суши.

Качество вод, особенно пресных, стало одним из важнейших факторов здоровья населения. Основные причины качественного истощения водных ресурсов – их загрязнение и засорение. Треть населения мира не имеет доступа к качественной питьевой воде (рис. 4.6).

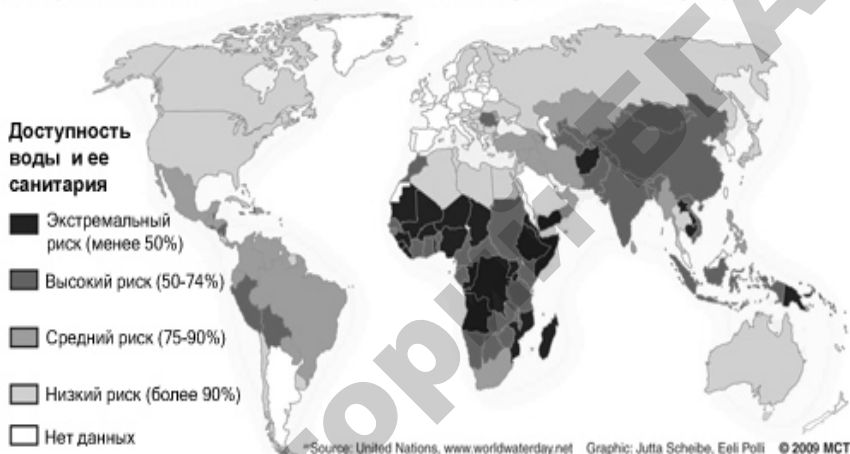


Рис. 4.6. Карта доступности воды и её санитарное состояние

Основные источники загрязнения – сточные воды нефтяной, нефтехимической, химической, угольной, целлюлозно-бумажной и металлургической промышленности.

Интенсификация сельскохозяйственного производства, связанная с внесением больших доз минеральных удобрений, применением химических средств защиты растений, организацией животноводческих комплексов, также приводит к значительному росту загрязнения водоёмов и водотоков. Одними из основных загрязнителей вод являются нефть и нефтепродукты. Поступления нефти в Мировой океан, по данным специалистов, составляют около 25–30 млн т в год. Ежегодно во всем мире в реки сбрасывается около 160 км³ промышленных сточных вод. Предполагается, что к 2020 г. сброс сточных вод достигнет 2400 км³.

Последствия аварий крупных танкеров ликвидируются годами. Случаи загрязнения морей на небольшую глубину по всем странам мира не поддаются учёту. Ущерб от загрязнения нефтепродуктами прибрежных районов достигает колоссальных размеров. В Италии, например, ежегодный ущерб по этим причинам достигает 60 млн долл.

Сокращение биологического разнообразия.

Биологическое разнообразие – это совокупность всех форм жизни, населяющей нашу планету. Биологическое разнообразие – это богатство и многообразие жизни и её процессов, включающее разнообразие живых организмов и их генетических различий, а также разнообразие мест их существования.

Согласно «Глобальной оценке биологического разнообразия» ЮНЕП(1995), перед угрозой уничтожения стоят более чем 30 тыс. видов животных и растений. За последние 400 лет исчезли около 484 вида животных и 654 вида растений. На современном этапе развития цивилизации отмечается ускоренное снижение биологического разнообразия (рис. 4.7).



Рис. 4.7. Причины ускоренного снижения биологического разнообразия

Основные причины необходимости сохранения генетического разнообразия.

Все виды имеют право на существование. Это положение записано во «Всемирной хартии природы», принятой Генеральной Ассамблеей ООН. Наслаждение природой, её красотой и разнообразием имеет высочайшую ценность, не выражающуюся в количественных показателях. Разнообразие – это основа эволюции жизненных форм. Снижение видового и генетического разнообразия подрывает дальнейшее совершенствование форм жизни на Земле.

К эффективным способам защиты биологического разнообразия относятся биорегиональное управление значительными территориями и акваториями, а также международные соглашения по этой проблеме. Конференция ООН по окружающей среде и развитию (1992) приняла Международную конвенцию по охране биологического разнообразия. Несмотря на многочисленные меры, сокращение биологического разнообразия мира продолжается. Однако без этих мер защиты степень потери биоразнообразия была бы ещё выше.

Сокращение площади лесов.

Состояние лесов в мире нельзя признать благополучным. По данным спутниковых обследований (рис. 4.8) на планете происходит интенсивное сокращение площади лесов.

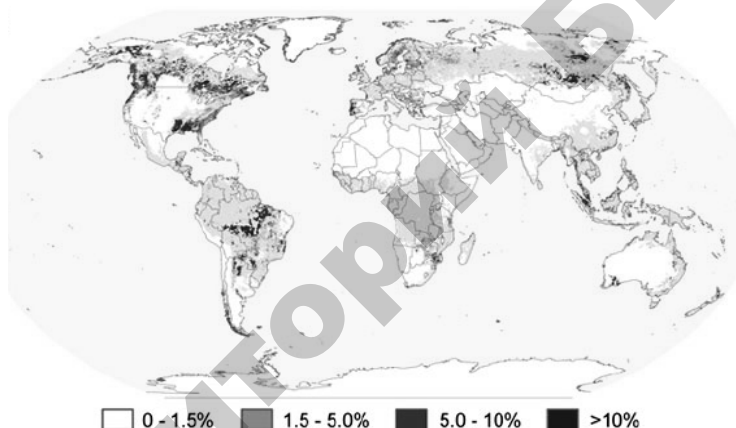


Рис. 4.8. Интенсивность сокращения площади лесов в XXI веке

Главными причинами уничтожения лесов являются расширение сельскохозяйственных угодий и вырубка лесов с целью использования древесины. Леса интенсивно вырубаются и далеко не всегда восстанавливаются. Ежегодный объём рубок составляет более 4,5 млрд м³.

Наиболее уязвимыми являются тропические леса, которые произрастают на почвах с промывным типом водного режима, благодаря которому содержание водорастворимых минеральных питательных веществ в них очень низкое. Часть питательных веществ вымывается в нижние горизонты, часть усваивается корнями растений. Участки, на которых был вырублен тропический лес и использовались как

сельскохозяйственные угодья, утрачивают плодородие за 1–2 года. Поэтому охрана этих лесов приобретает особую значимость. В отличие от тропических северные бореальные леса после рубки хорошо восстанавливаются естественным путём или при посадке человеком.

Тропические леса, покрывающие 7 % земной поверхности в районах, близких к экватору, нередко именуются лёгкими нашей планеты. Их роль в обогащении атмосферы кислородом и поглощении углекислого газа исключительно велика. Тропические леса оказывают огромное влияние на климат планеты. Уже деградировало 160 млн га тропических лесов, а из вырубаемых ежегодно 11 млн га восстанавливается плантациями лишь десятая часть. За последние 200 лет площадь лесов сократилась как минимум в 2 раза. Они находятся под угрозой полного уничтожения. Ежегодно уничтожается лес на площади 125 тыс. км², что равно территории таких стран, как Австрия и Швейцария вместе взятые. Ряд организаций, например, Всемирный банк, продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, приложили немало финансовых средств к тому, чтобы попытаться остановить массовую гибель тропических лесов. За период с 1968 по 1980 г. Всемирный банк затратил около 1,2 млрд долларов на программы восстановления тропических лесов.

Загрязнение и деградация земель.

Состояние земель в мире, особенно почвенного покрова, является неудовлетворительным и продолжает ухудшаться.

Нерациональное природопользование во многих регионах мира привело к деградации земель в таких масштабах, что рассматривается правительствами ряда стран как угроза национальной безопасности.

Причинами деградации почв являются сельскохозяйственная деятельность, перевыпас пастбищных животных, сведение лесов, кислотные дожди, урбанизация территорий, открытая разработка полезных ископаемых и ряд других. Существенным фактором деградации почв является их эрозия.

Актуальна проблема химического загрязнения земель агрохимикатами из-за их неправильного или чрезмерного использования, что отрицательно сказалось на качестве продуктов питания. Не менее опасно загрязнение почвы тяжёлыми металлами. Ртуть, кадмий, свинец и другие тяжёлые металлы, попадая в организм человека и животных, оказывают токсическое действие. Они могут накапливаться в органах и тканях, особенно в костной ткани.

Перенаселение Земли.

Сегодня, в начале XXI в., одной из острейших социальных проблем человечества является перенаселение планеты (рис. 4.9).

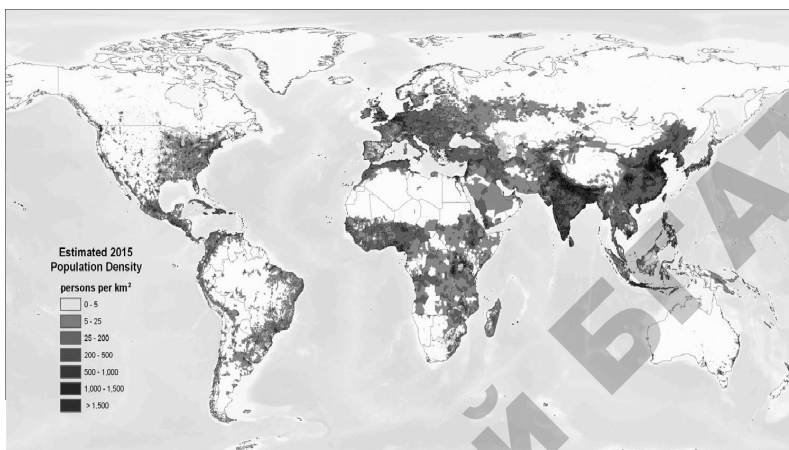


Рис. 4.9. Плотность населения на 1 км²

Число людей на планете стремительно растёт. Около 35–40 тысяч лет назад, по мнению учёных, на Земле насчитывалось всего около одного миллиона жителей, а в 1900 году численность населения планеты превысила 1,5 млрд человек, к 1960 году количество жителей Земли достигло 3 млрд человек. Не трудно посчитать, что удвоение населения Земли произошло в течение более 60 лет, тогда как следующее удвоение (до 6 млрд) произошло всего за каких-то 39 лет (1999 год). Динамичное увеличение числа жителей на планете создаёт новые социальные и экологические проблемы. Ведь каждому человеку для нормального существования необходимо некоторое количество различных природных ресурсов. Надо сказать, что рост населения приходится в основном на слаборазвитые и развивающиеся страны. Но эти государства ориентируются на страны, где уровень благосостояния высокий, а количество ресурсов, потребляемое каждым жителем, огромно. Основная часть населения в странах с высоким демографическим приростом живёт или очень бедно, или голодает.

Экологические проблемы, перенаселение и экономическая отсталость напрямую связаны с возможной угрозой нехватки продовольствия в будущем. Сегодня во многих странах из-за высокого роста

населения при недостаточных темпах развития сельского хозяйства для повышения его продуктивности применяются минеральные удобрения и ядохимикаты, ухудшающие экологическую обстановку, увеличивается концентрация вредных для человека веществ в продовольственных продуктах. Кроме того, с развитием городов из оборота выводится большое количество плодородных земель, а также возникает дефицит качественной питьевой воды. Для решения проблем перенаселения, прежде всего, необходимо проведение жёсткой демографической политики.

Стихийные бедствия и техногенные аварии.

История человечества – это история борьбы с разного рода опасностями, бедствиями, которые угрожают человеку во всех сферах деятельности, обитания.

По данным ООН, за последние 20 лет на нашей планете в результате катастроф и стихийных бедствий погибло более 50 млн человек. Ежегодно происходят около 10 тыс. наводнений и свыше 100 тыс. землетрясений, многочисленные пожары и оползни, извержения вулканов, тропические циклоны, цунами. В 2010 г. стихийные бедствия и теракты в мире нанесли экономический ущерб на астрономическую сумму, равную более 100 млрд долларов. Человечество в конце XX и начале XXI века живёт в условиях всё нарастающего количества чрезвычайных ситуаций. Увеличиваются масштабы потерь среди населения. Статистикой установлено, что на территории постсоветского пространства ежегодно в результате пожаров, ДТП и др. происшествий погибает около 400 тыс. человек, более 850 тыс. получают увечья; около 11 тыс. становятся инвалидами. По мере развития цивилизации человеческое общество вынуждено постоянно решать проблемы безопасности. Так, успехи ядерной физики породили проблему радиационной опасности. С развитием химии связано усиление опасности токсических воздействий на человека. Технические системы и производства, созданные на Земле, привели к росту потенциальных опасностей для всего человечества. Чтобы выжить в этом мире, необходимо уделять должное внимание проблемам безопасности в целом в международном масштабе.

Проблема управления образующимися отходами.

Все, что человек производит для обеспечения жизнедеятельности и для удовлетворения своих потребностей, в конечном итоге переходит в категорию отходов. Они образуются в процессе жизнедеятельности человека и подлежат переработке, утилизации и захоронению. Отходы являются, с одной стороны, главными

загрязнителями окружающей среды, а с другой – ценные продукты, потенциально пригодные для переработки и вторичного использования. Поэтому проблема рационального управления отходами является во всем мире одной из наиболее актуальных.

Управление отходами – это технологический процесс, включающий системно связанные операции сбора, удаления (транспортирования), переработки, утилизации и захоронения отходов.

Стратегия управления твёрдыми бытовыми отходами базируется на решении следующих основных задач: 1) минимизация количества образующихся отходов производства и по возможности предотвращения их образования; 2) минимизация количества образующихся отходов потребления, направляемых на объекты захоронения и обезвреживания; 3) изыскание и применение экологически безопасных методов переработки отходов с наименьшими экологическими затратами; 4) максимальное вовлечение отходов в хозяйственный оборот.

Главная особенность проблемы твёрдых бытовых отходов заключается в том, что они образуются в больших количествах. На каждого жителя постсоветского пространства приходится около 300 кг/год, и ежегодно их нужно из мест образования удалять.

Таким образом, можно утверждать, что проблема рационального управления твёрдыми бытовыми отходами напрямую связана с несовершенством институциональных основ в этой области, прежде всего – нормативно-правовых механизмов. Так, использование отходов в странах СНГ как ценного продукта, который пригоден к переработке и получению вторичных материальных ресурсов можно, лишь создав для этого более благоприятные организационные, нормативно-правовые и экономические условия, что потребует значительного усилия государственного регулирования в этой области.

4.3 Региональные экологические проблемы

К важнейшим региональным проблемам относятся: экологические проблемы Аральского моря; экологические проблемы Балтийского моря; экологические проблемы озера Байкал; экологические проблемы Каспийского моря; экологические проблемы Арктики и др. Рассмотрим некоторые из них.

Экологические проблемы Аральского моря.

Аральское море находится в катастрофическом состоянии и вскоре может исчезнуть (рис. 4.10).

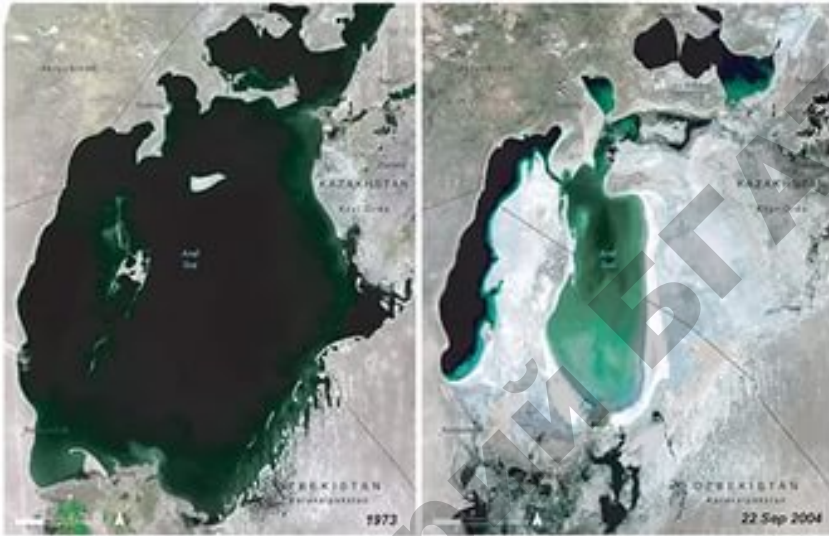


Рис. 4.10. Сокращение площади Аральского моря

Наиболее острая из проблем акватории – это значительная потеря воды. За пятьдесят лет площадь водоёма уменьшилась более чем в 6 раз в результате неконтролируемой мелиорации.

Реки Сырдарья и Амударья наполняли Арал водой. Но в прошлом веке были построены оросительные сооружения, и вода рек стала использоваться для полива сельскохозяйственных территорий. В результате в Аральское море поступало значительно меньшее количество воды, и уровень воды в акватории стал резко падать, площадь моря уменьшалась.

Потеря воды и уменьшение площади водной поверхности – это не единственная проблема. Так как пространство моря было разделено на два водных объекта, то в три раза увеличилась солёность воды. В регионе не хватает питьевой воды из-за того, что высохли колодцы и озёра, которые питали море. Так же часть дна водоёма пересохла и покрылась песком.

В целом возрождение экосистемы Аральского моря весьма трудная задача, требующая значительных усилий и финансовых вложений, а также контроля государства, помощи простых людей.

Экологические проблемы Каспийского моря.

На сегодняшний день экологическое состояние Каспийского моря очень сложное и находится на грани катастрофы. Происходит колебание уровня моря, понижение воды, сокращаются площади водной поверхности и шельфовой зоны. Уменьшилось количество воды, которая поступает из рек, впадающих в море. Этому способствовали строительство гидросооружений и отвод воды рек в водохранилища.

Акватория Каспийского моря загрязнена фенолами и различными металлами: ртутью и свинцом, кадмием и мышьяком, никелем и ванадием, барием, медью и цинком. Уровень этих химических элементов, находящихся в воде, превышает все допустимые нормы, что значительно вредит морю и его обитателям.

Экологические проблемы Каспия возникли по таким причинам, как строительство различных сооружений на воде; загрязнение акватории промышленными и бытовыми отходами; угроза от нефтегазового, химического, металлургического, энергетического, сельскохозяйственного комплекса экономики; браконьерство; другие воздействия на экосистему моря; отсутствие соглашения прикаспийских стран об охране акватории.

Данные пагубные факторы влияния привели к тому, что Каспийское море утратило возможность полноценного саморегулирования и самоочищения. Если не активизировать деятельность, направленную на сохранение экологии Каспия, оно утратит рыбопродуктивность и превратится в море с грязной сточной водой.

Каспийское море находится в окружении нескольких государств, поэтому решение экологических проблем в этом регионе должно быть общим делом этих стран. И они должны позаботиться о сохранности экосистемы Каспия, чтобы не утратить ценные запасы водных ресурсов и многие виды морских растений и животных.

Экологические проблемы Балтийского моря.

Экологические проблемы Балтийского моря связаны со многими сторонами жизни общества, такими как производство и потребление энергии, промышленность, лесное хозяйство, сельское хозяйство, рыболовство, туризм, транспорт, обработка сточных вод.

Из-за избыточного поступления биогенных элементов море становится «переудобренным», органические вещества не полностью перерабатываются и при дефиците кислорода начинают разлагаться, выделяя сероводород, губительный для морских обитателей.

Значимой проблемой Балтийского моря является накопление тяжёлых металлов – ртути, свинца, меди, цинка, кадмия, кобальта, никеля. Наиболее острой проблемой Балтики является загрязнение нефтью.

С различными стоками в акваторию ежегодно попадает до 600 тыс. т нефти. Нефть покрывает поверхность водного зеркала плёнкой, не пропускающей кислород вглубь.

Десятилетиями в Балтике практиковалось затопление и захоронение устаревших бомб, снарядов, химических боеприпасов. Больше полувека боеприпасы лежат на дне Балтики, создавая потенциальную смертельную угрозу. Металл в морской воде разъедает ржавчина, и отравляющие вещества в любое время могут попасть в воду.

Полученные тревожные данные диктуют скорейшую реализацию мер, направленных на оздоровление экологической ситуации в Балтийском регионе. Важным этапом в этом направлении является международная программа созданной в 1992 году при участии России и стран Балтийского региона Хельсинкской комиссии, которая направлена на улучшение экологии Балтийского моря.

Экологические проблемы озера Байкал.

Озеро расположено в Восточной Сибири и в нём хранится 20 % мировых запасов пресной воды.

Резкое изменение уровня воды в Байкале плотиной Иркутской гидроэлектростанции причиняет огромный вред флоре и фауне Байкала. Также происходит загрязнение воды сбросами населённых пунктов и предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности прибрежной зоны: Байкальским целлюлозно-бумажным и Селенгинским целлюлозно-картонным комбинатами.

Кроме того, р. Селенга (крупнейшая река, впадающая в озеро) несёт и массу других отходов. Принимаемые в последние годы меры по перепрофилированию предприятий несколько улучшили экологическую ситуацию.

Иркутский ТЭК и др. предприятия района используют, в основном, низкосортный бурый уголь, поставляющий в атмосферу тысячи тонн

зола и углекислого газа. Атмосферные осадки, очищая атмосферу, переправляют основную массу вредных веществ в озеро. Решению проблемы может способствовать лес, но в районе озера ведётся интенсивная лесозаготовка, а объём лесовосстановительных работ значительно отстаёт. Повышенная рекреационная нагрузка также не способствует улучшению экологии озера.

Экологические проблемы Арктики.

К основным угрозам экологического характера в арктической зоне относятся: таяние льда, загрязнение вод северных морей стоками нефти, промышленное освоение и военное применение Арктики, сокращение популяций арктических животных и изменение среды их обитания.

Среди отраслей промышленности, развитых в Арктике, первое место по нагрузке на окружающую среду занимает горно-металлургическая. Деятельность её предприятий приводит к загрязнению окружающей среды окислами серы, азота, тяжёлыми металлами, вызывает механическое нарушение почв и грунтов.

Загрязнение окружающей среды вызывает также деятельность крупных тепловых электростанций, работающих на твёрдом топливе и мазуте. Они выбрасывают в воздух окислы серы и азота, тяжёлые металлы, сажу, продуцируют опасное для Арктики тепловое загрязнение водных объектов и мёрзлых грунтов.

Остановить проблему промышленного загрязнения можно лишь общими силами. Необходимо ограничить объёмы промышленной и транспортной деятельности в арктической зоне.

Экологические проблемы Республики Беларусь и их характеристика.

Одна из основных причин экологических проблем в нашей стране состоит в приоритетном развитии в течение многих лет ресурсоёмких, многоотходных отраслей материального производства без учёта естественных способностей природной среды к саморегуляции и восстановлению.

К наиболее серьёзным экологическим проблемам Беларуси относятся: 1) загрязнение более 1/5 территории республики радионуклидами, что не только резко ограничило её природно-ресурсный потенциал, но и потребовало огромных затрат на снижение радиационной опасности; 2) многократное превышение нормативного уровня загрязнения воздушного бассейна в городах с высоким уровнем концентрации экологоопасных производств и

большим парком автотранспорта; 3) интенсивная трансформация водосборных бассейнов и водного режима речной сети в результате крупномасштабного осушения заболоченных земель и, как следствие, – исчезновение множества малых рек и ручьёв; 4) стойкое увеличение индекса загрязнения вод по всем рекам республики на фоне сокращения общего объёма сбрасываемых в них стоков, что свидетельствует о нарушении процессов самоочищения водоёмов; 5) опасное загрязнение промышленными, коммунальными и поверхностными сточными водами акваторий уникальных водных объектов – озёр Нарочь, Свитязь, Голубых и Браславских озёр; 6) техногенная деградация ландшафтов (рис. 4.11); 7) неблагоприятная экологическая ситуация в сельской местности, связанная с многолетним воздействием на среду обитания отходов крупных животноводческих комплексов, химизацией сельского хозяйства, использованием тяжёлой сельскохозяйственной техники, изъятием плодородных земель для несельскохозяйственных целей, эрозией почв антропогенного происхождения, усыханием лесов и трансформацией почв в результате непродуманной крупномасштабной мелиорации и т. д.



Рис. 4.11. Добыча полезных ископаемых открытым способом

Проблема обезвреживания твёрдых бытовых и производственных отходов.

В настоящее время острой экологической проблемой становится накопление отходов. Рассмотрим основные способы защиты окружающей природной среды от твёрдых бытовых и промышленных отходов.

Основными методами переработки твёрдых бытовых отходов являются: 1) сжигание отходов на специальных мусоросжигательных заводах; 2) компостирование для получения органических удобрений или биологического топлива (является перспективным методом); 3) строительство полигонов для частичной переработки и захоронения отходов, который является наиболее приемлемым методом; 4) сортировка, утилизация и реутилизация полезных компонентов; 5) гидролиз (нагревание при температуре 1700 °С без доступа воздуха). Утилизация практически всех компонентов твёрдых бытовых отходов, способствующая снижению загрязнения окружающей среды, но является очень трудоёмким технологическим процессом.

Сложной и нерешённой проблемой остаётся обезвреживание промышленных отходов. К основным методам ликвидации и переработки твёрдых промышленных отходов относятся: 1) захоронение на полигонах; 2) термическая обработка; 3) складирование в поверхностных хранилищах.

Токсические твёрдые промышленные отходы обезвреживают на полигонах, а для защиты почвы и грунтовых вод вносят вещества отвердители (жидкое стекло, цемент и др.). Земельные участки для захоронения выбирают соответственно «Санитарным правилам о порядке накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсических промышленных отходов». Запрещается размещать полигоны в заболоченных местах, в зонах санитарной охраны курортов, в зонах оползней и снежных лавин, в зелёных зонах городов и др.

4.4 Международное сотрудничество в природоохранной деятельности

В последней четверти XX века в условиях экологического кризиса, вызванного глобальным характером многих экологических проблем, объективной необходимостью стало международное сотрудничество в области природопользования и охраны окружающей природной среды.

К основным направлениям международного сотрудничества относятся: сохранение природных систем, мало затронутых хозяйственной деятельностью и способствующих поддержанию

экологического равновесия; оздоровление окружающей природной среды, неблагоприятные изменения которой обусловлены антропогенными причинами; сохранение важнейших природных объектов, обеспечение сохранения биологического разнообразия как важнейшего условия стабильного функционирования биосферы; создание эффективной системы международной экологической ответственности за техногенные и иные действия, приводящие к деградации окружающей природной среды, в том числе за разрушение окружающей среды в результате военных действий.

Формы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды проявляются в парламентском сотрудничестве; координации деятельности в решении межгосударственных экологических проблем; взаимодействии правительственных организаций в реализации международных экологических программ; сотрудничестве, предусматривающем единый подход различных государств к решению экологических проблем; международный экологический мониторинг важнейших природных систем и объектов; научно-техническое сотрудничество, обмен информацией экологического содержания, совместное осуществление природоохранных мероприятий; проведение международных экологических форумов под эгидой ООН и её структур; а также в заключении договоров и других видов международных соглашений для координации природоохранных мероприятий отдельных стран.

Принципы международного экологического сотрудничества.

Важнейший вклад в становление принципов международного экологического сотрудничества внесла Всемирная хартия природы (ВХП), одобренная Генеральной Ассамблеей (1982). Она определила направления экологической деятельности международного сообщества и дальнейшее формирование экологической политики государств.

В хартии были провозглашены следующие основные принципы: 1) человечество осознает, что является составной частью природы. Поэтому к природе следует относиться с уважением и не нарушать её основных принципов; 2) генетическая основа жизни на Земле не должна подвергаться опасности. Популяция каждой формы жизни должна сохраняться, необходимую для этого среду обитания следует сохранять; 3) все регионы Земли должны быть подчинены охране в соответствии с этими требованиями; 4) природные ресурсы

должны не расточаться, а использоваться умеренно; 5) биологические ресурсы используются лишь в пределах их природной способности к восстановлению; 6) ресурсы многократного пользования, включая воду, используются повторно или рециркулируются. Согласно хартии, деградация природных систем в результате нерационального использования природных ресурсов ведет к подрыву основ цивилизации.

Выделяют несколько периодов международного экологического сотрудничества. *Первый этап* (1913–1948) международного экологического сотрудничества связан с объединением усилий стран в целях защиты природы в рамках международных конференций. Впервые такая конференция (участвовали 18 стран) состоялась в 1913 г. в Швейцарии (г. Берн). В 1923 г. в Париже состоялся I Международный конгресс по охране природы.

Начало *второго этапа* (1948–1968) связано с созданием ООН, которой принадлежит ведущая роль в международном экологическом сотрудничестве. Все органы ООН, наряду с иными проблемами, занимаются и вопросами охраны окружающей среды. ООН имеет специальную программу, главной задачей которой является охрана окружающей среды – ЮНЕП. Первая международная природоохранительная организация (Международный союз защиты природы) была создана в 1948 г. на базе Брюссельского бюро при активной поддержке ЮНЕСКО. В 50-е годы XX века на смену концепции *защиты природы* пришла концепция *охраны природы*, предполагающая рациональное использование естественных ресурсов. В связи с этим в 1956 г. Международный союз защиты природы был переименован в Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП).

Третий этап (1968–1992) характеризуется активизацией международного экологического сотрудничества. Важнейшим этапом считают состоявшуюся в Стокгольме (1972) Международную конференцию по окружающей человека среде. По её решению был создан постоянно действующий орган ООН по охране окружающей среды – ЮНЕП. Последующие международные конференции, проводимые под эгидой ООН, затрагивали вопросы охраны среды обитания человека: конференция по народонаселению в Бухаресте (1974), Всемирная продовольственная конференция в Риме (1974) и др.

Начало *четвёртого этапа* (с 1992 г. по настоящее время) связано с состоявшейся в 1992 г. в Рио-де-Жанейро конференцией ООН по окружающей среде и развитию. Она подвела итоги международной деятельности по охране окружающей среды за двадцать лет, прошедших после Стокгольмской конференции, приняла целый ряд документов, разработала концепцию устойчивого человеческого развития, Конференция в Рио задала программу дальнейшего международного сотрудничества в области природоохранной деятельности принятием Повестки дня на XXI век и других итоговых документов.

Важную роль в области охраны окружающей среды среди международных организаций играет ряд специализированных учреждений ООН. Среди них ЮНЕСКО (Организация Объединённых Наций по вопросам образования, науки и культуры). Природоохранительным направлением в деятельности ЮНЕСКО является программа «Человек и биосфера» (МАБ), принятая в 1970 г. на XVI Генеральной конференции этой организации. ФАО (Организация Объединённых Наций по вопросам продовольствия и сельского хозяйства), занимается вопросами продовольственных ресурсов и развития сельского хозяйства. Забота о здоровье людей – главная цель ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения). ВМО (Всемирная метеорологическая организация) – природоохранительные функции её связаны с глобальным мониторингом окружающей среды. МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии) занимается защитой окружающей среды от опасности радиоактивного заражения.

В мире насчитывается более 500 неправительственных международных организаций, включивших в свою деятельность природоохранительные мероприятия. Главная роль принадлежит таким организациям, как Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) и Всемирный фонд охраны дикой живой природы (WWF) «Гринпис».

Важным инструментом проведения глобальной экологической политики являются международные соглашения по проблемам охраны окружающей природной среды. В настоящее время насчитывается около 500 международных соглашений по различным вопросам охраны окружающей среды.

Центральное место в охране окружающей природной среды занимают резолюции Генеральной Ассамблеи ООН и Всемирная хартия природы. Объектами конвенций стали практически все виды природных ресурсов и наиболее опасные виды человеческой деятельности. Охрана биоразнообразия стала объектом внимания международного уровня после Конференции по охране окружающей природной среды в Стокгольме в 1972 году. К наиболее значимым мерам по сохранению растений, животных, микроорганизмов и экосистем можно отнести следующие:

Конвенция о биологическом разнообразии подписана в 1992 году в Рио-де-Жанейро 180 государствами. Конвенция о водно-болотных угодьях заключена в 1971 году в г. Рамсар (Иран). Конвенция о международной торговле видами дикой флоры и фауны, находящимися под угрозой исчезновения, принята в 1973 году в Вашингтоне.

Для реализации целей «Повестки дня на XXI век» и Конвенции о биологическом разнообразии с 1991 года действует Международная программа развития инфраструктуры научных исследований в области сохранения биоразнообразия.

В Европе с 1995 года реализуется Паневропейская стратегия по биологическому и ландшафтному биоразнообразию.

К международным мерам в области охраны климата, озонового слоя, атмосферного воздуха можно отнести следующие. Охрана климата регулируется Рамочной конвенцией об изменении климата (РКИК), принятой в Нью-Йорке в 1992 году.

К Рамочной конвенции об изменении климата в 1997 году в Киото был принят Киотский протокол, закрепляющий количественные обязательства развитых стран и стран с переходной экономикой, по ограничению и снижению поступления парниковых газов в атмосферу. В 1985 году на специализированной конференции ЮНЕП была принята Конвенция по защите озонового слоя, а в 1987 году был подписан Монреальский протокол по веществам, нарушающим озоновый слой. Обращение с опасными отходами регламентирует Базельская конвенция по контролю за трансграничным перемещением радиоактивных отходов и их удалением, подписанная в 1989 году.

С 2001 года вступила в силу подписанная в 1997 году Объединённая конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами.

В целях охраны водных объектов и морской среды действует ряд конвенций: Конвенция ООН по морскому праву 1982 года, обязывающая государства защищать и сохранять морскую среду, Конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнений нефтью 1969 года, Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов 1972 года, Международная конвенция по спасанию 1989 года (вступила в силу в 1996 году), Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озёр 1992 года (вступила в силу в 1996 году), Бухарестская конвенция о защите Чёрного моря от загрязнений (1992) и др.

В соответствии с отдельными Указами Президента Республики Беларусь и постановлениями Совета Министров Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь определено административным органом, ответственным за выполнение положений того или иного международного договора на национальном уровне. Минприроды проводит активную работу по развитию международного сотрудничества в области охраны окружающей среды.

Основные направления деятельности Минприроды в области международного сотрудничества заключаются в развитии международного партнёрства, подготовке обоснований по присоединению Республики Беларусь к многосторонним договорам, укреплении двустороннего сотрудничества, расширении взаимосвязей с международными межправительственными организациями и финансовыми институтами, разработке двух- и многосторонних соглашений с приграничными государствами, различными странами Европы и Азии, реализации договорённостей в рамках подписанных соглашений.

Беларусь является одной из сторон 13 глобальных и 10 европейских международных конвенций и протоколов. К числу важнейших конвенций, к которым присоединилась Республика Беларусь, являются конвенции, которые рассматривают вопросы изменения климата, реализации Киотского протокола, вопросы по охране

озонового слоя, биологическом разнообразии, контроля за трансграничной перевозкой опасных отходов, по борьбе с опустыниванием и деградацией земель и другие.

Среди важнейших Конвенция по борьбе с опустыниванием, Конвенция о сохранении мигрирующих видов диких животных, Хельсинкская конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озёр и Протокол по проблемам воды и здоровья к ней, Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (СОЗ), Картахенский и Киотский протоколы и Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) в трансграничном контексте, Договор об Антарктике и Протокол по охране окружающей среды к нему и др.

4.5 Концепция устойчивого развития общества

Вторая Конференция ООН по окружающей среде и развитию, которая состоялась в 1992 г. в Рио-де-Жанейро (КОСР-92), стала ответом на резолюцию Генеральной Ассамблеи ООН (1989), призвавшую организовать конференцию, посвященную выработке стратегии устойчивого, экологически приемлемого развития цивилизации (рис. 4.12).



Рис. 4.12. Компоненты устойчивого развития

Документы, принятые на Конференции ООН 1992 г., приобрели законодательный характер (в отличие от рекомендательного характера стокгольмских документов). В соответствии с ними каждое государство – участник конференции должно было отрегулировать своё национальное законодательство в соответствии с принятой мировым сообществом концепцией устойчивого человеческого развития.

Понятие «устойчивое развитие» вошло в лексикон мирового общества в 1987 г. со времени опубликования доклада Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР, или комиссия Брундтланд, созданная по инициативе Генерального секретаря ООН в 1983 г.) «Наше общее будущее», в котором ярко показана невозможность решать крупные экологические проблемы вне их связи с социальными, экономическими и политическими проблемами. В докладе под термином «устойчивое развитие» понимается такая модель социально-экономического развития, при которой удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения людей достигается без лишения такой возможности будущих поколений (рис. 4.13).



Рис. 4.13. Факторы устойчивого развития

Главными условиями устойчивого развития являются: 1) приоритетность качественных показателей (качество жизни) перед количественными (численностью, потреблением); 2) сохранение биологического и культурного разнообразия; 3) согласование природопользования с эволюционной периодичностью природных процессов.

Концепция устойчивого развития была принята в качестве официальной позиции ООН (Рио-де-Жанейро, 1992). Ключевым понятием в этой концепции является изменение качества роста. Этот рост должен быть менее материало- и энергоёмким и более справедливым по распределению прибылей. Экономическое развитие неустойчиво, если оно увеличивает уязвимость экономики к кризисам. Устойчивость требует учёта человеческих потребностей и благосостояния, включает такие неэкономические категории, как образование и здоровье.

Однако улучшение качества человеческой жизни ограничено возможностями окружающих экосистем, и устойчивость в конечном счёте определяется численностью населения Земли и предельными возможностями биосферы.

Текущие проекты предполагают, что при нынешних демографических тенденциях население мира будет стабилизировано на уровне 11,6 млрд человек. Между тем к настоящему времени, согласно разработанным наукой биосферной и ресурсной модели мировой системы, допустимая для Земли численность населения составляет 12 млрд человек и 7–8 млрд человек соответственно. Исходя из этого, в настоящее время мировая система идет не по сценарию выхода из глобального экологического кризиса, а по инерционному сценарию его углубления.

Модель устойчивого развития мировой системы основывается на количественной взаимосвязи между биосферой, человечеством (странами мира) и введением механизма глобального управления – центральной задачей международного сотрудничества (рис. 4.14).

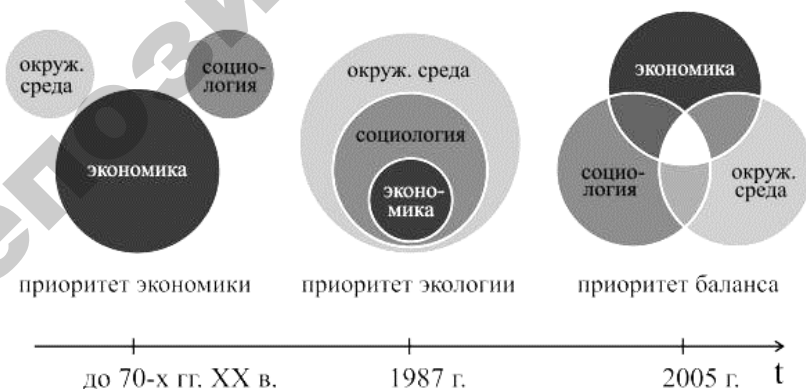


Рис. 4.14. Модели устойчивого развития

При формировании моделей устойчивого развития со временем изменялись приоритеты. Так, до 70 гг. XX в. определяющую роль играла экономическая составляющая. Но впоследствии, когда экологические издержки стали конвертироваться в экономические, приоритет приобрела экологическая составляющая модели. С 2005 г. декларируется приоритет баланса, достижение которого проблематично.

Таким образом, устойчивое развитие человечества, мировой системы, отдельных стран мира – это оптимально управляемое развитие на основе высших достижений современной науки и устойчивой биосферы, нацеленное на сохранение и совершенствование человека.

Критерии устойчивого развития.

Переход к устойчивому и гармоничному развитию нашей планеты возможен только при наличии единой и определённой системы ценностей и установок, на которую смогли бы ориентироваться государства при формировании своих национальных стратегий.

Для контроля процесса устойчивого развития, оценки эффективности используемых средств, оценки уровня достигнутого необходимо разработать критериев и показателей устойчивого развития или индикаторов устойчивого развития. Можно выделить следующие четыре критерия устойчивого развития на длительную перспективу. Данный подход основывается на классификации природных ресурсов и динамике их воспроизводства.

Во-первых, для возобновимых природных ресурсов (земля, лес и пр.) их количество или возможность продуцировать биомассу должны не уменьшаться в течение времени, то есть обеспечить режим простого воспроизводства. Например, для земельных ресурсов это означает сохранение площади наиболее ценных сельскохозяйственных угодий или – в случае уменьшения их площади – сохранение уровня производства продукции земледелия, кормового потенциала земель для сельскохозяйственных животных и т. д.

Во-вторых, для невозобновимых природных ресурсов (например, полезных ископаемых) максимально возможное замедление темпов истощения их запасов с перспективой замены их в будущем на другие нелимитированные виды ресурсов. Например, частичная замена нефти, газа, угля на альтернативные источники энергии – солнечную, ветровую и прочее. В-третьих, для отходов должна быть предусмотрена возможность минимизации их количества на основе внедрения малоотходных, ресурсосберегающих технологий.

В-четвертых, загрязнение окружающей среды (как суммарное, так и по видам) в перспективе не должно превышать его современный уровень, должна быть предусмотрена возможность минимизации загрязнения до социально и экономически приемлемого уровня («нулевого» загрязнения ожидать нереально).

Все эти четыре критерия должны быть учтены в процессе разработки концепции устойчивого развития. Учёт этих критериев позволит сохранить окружающую среду для следующих поколений и не ухудшит экологические условия проживания.

Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2020 г.

Следуя рекомендациям и принципам основных документов, принятых на конференциях ООН по окружающей среде и устойчивому развитию в 1992 г. в Рио-де-Жанейро и в 2002 г. в Йоханнесбурге, Республика Беларусь постепенно переходит на принципы устойчивого развития. Программные документы, принятые в стране, такие, как Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды и Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития на период до 2020 года (НСУР-2020), выделяют международное сотрудничество как один из путей эффективного решения экологических проблем.

В НСУР-2020 главное внимание уделено особенностям прогнозного периода, дальнейшей реализации «Повестки дня на XXI век», гармонизации социального, экономического и экологического развития как равноценных взаимодополняющих составляющих в едином сбалансированном комплексе «человек–окружающая среда–экономика». В основу построения структуры Национальной стратегии устойчивого развития республики положено следующее.

В первых разделах дана оценка стартовых условий Беларуси в контексте мировых тенденций экономического развития; определены основные компоненты модели устойчивого развития и требования к их функционированию и взаимодействию; дана оценка национальных ресурсов и социально-экономического потенциала страны.

В последующих разделах обоснованы стратегические цели, этапы и сценарии перехода страны к устойчивому развитию, определены важнейшие направления и пути перехода белорусской экономики к устойчивому развитию по главным его составляющим – «человек–окружающая среда–экономика».

5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

5.1 Агроэкология как наука. Классификация экосистем по источникам и уровню поступления энергии

Важнейшим свойством экосистем является их способность создавать органическое вещество, которое называют продукцией. Всё живое вещество, содержащееся в экосистеме вне зависимости от того, за какой период оно накоплено, называется биомассой. Образование продукции в единицу времени на единице площади или в единице объёма, выраженное в единицах массы, называется продуктивностью экосистем (например, $Пр. = т/(га/год)$).

Скорость, с которой солнечная энергия усваивается продуцентами, в основном, зелёными растениями характеризует первичную продуктивность экосистемы. Именно чистая первичная продукция доступна для питания консументам (животным). Скорость накопления энергии консументами называется вторичной продуктивностью.

Очевидно, что оценка продуктивности экосистем зависит от поступления в систему энергии (табл. 5.1).

Природные экосистемы, субсидируемые Солнцем и другими естественными источниками, по своей продуктивности перестали удовлетворять потребности человека с того периода, когда он перешёл от охоты и собирательства к обработке земли и оседлому образу жизни. За счёт дополнительных вложений энергии, затрачиваемой на обработку земли, орошение, удобрение, селекцию, борьбу с вредителями и т. п. повысилась продуктивность экосистем, произошли существенные изменения в биосфере (рис. 5.1).

Сформировалась комплексная наука, исследующая возможности сельскохозяйственного использования земель для получения растениеводческой и животноводческой продукции – агроэкология, или сельскохозяйственная экология.

Оценки продуктивности особенно важны для сельского хозяйства. На примере возделывания сои можно посмотреть, каким образом распределяется первичная валовая продукция урожая сои. Около 25 % расходуется на дыхание, 5 % потребляются симбиотическими микроорганизмами, 5 % потребляют насекомые-вредители

(с учётом использования пестицидов), 32 % выносятся из данной экосистемы человеком (собственно урожаем), оставшиеся 33 % в стеблях, листьях и корнях разлагаются в почве и подстилке. По отношению к экосистеме урожай, собранный человеком, является утечкой энергии, обедняющей экосистему.

Таблица 5.1

Классификация экосистем по источникам и уровню поступления энергии (по Ю. Одуму)

Тип экосистемы	Ежегодный приток энергии, ккал/м ² (уровень мощности)
1. Природные экосистемы, движимые Солнцем – не субсидируемые	1 тыс. – 1 тыс.
2. Природные экосистемы, движимые Солнцем и субсидируемые другими естественными источниками (эстуарии в приливных морях, некоторые дождевые леса). Это природные системы, обладающие плодородием, высокой поддерживающей способностью и производящие излишки органического вещества, которые могут выноситься в другие системы и накапливаться	10 тыс.– 40 тыс. (20 тыс.)
3. Экосистемы, движимые Солнцем и субсидируемые человеком. Эти системы производят продукты питания и другие материалы и получают дотацию энергии в форме горючего, поставляемого человеком	10 тыс.–40 тыс. (20 тыс.)
4. Индустриально-городские системы, движимые топливом (города, пригороды). Главным источником энергии служит не Солнце, а топливо. Они зависят от экосистем первых трёх типов, паразитируют на них, получая продукты питания и топливо	100 тыс. – 3 млн (2 млн)

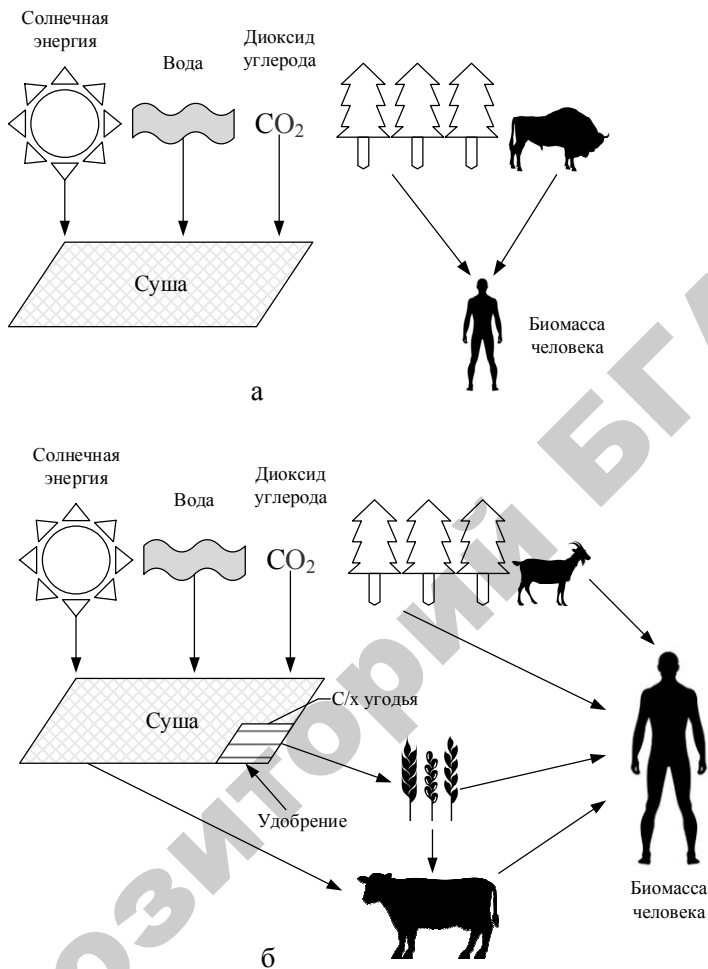


Рис. 5.1. Изменение соотношения между человеком и биосферой в результате появления и развития сельскохозяйственного производства:

а – период охоты и собирательства; б – агрокультурная эпоха (по Брауну)

Оценки продуктивности особенно важны для сельского хозяйства. На примере возделывания сои можно посмотреть, каким образом распределяется первичная валовая продукция урожая сои. Около 25 % расходуется на дыхание, 5 % потребляются симбиотическими

микроорганизмами, 5 % потребляют насекомые-вредители (с учётом использования пестицидов), 32 % выносятся из данной экосистемы человеком (собственно урожай), оставшиеся 33 % в стеблях, листьях и корнях разлагаются в почве и подстилке. По отношению к экосистеме урожай, собранный человеком, является утечкой энергии, обедняющей экосистему.

Столь высокое отношение чистого урожая к валовому продукту достигается только за счёт привнесённой энергии (табл. 5.2).

Урожай пищи (продукции) для человека (по Ю. Одуму) Таблица 5.2

Уровень сельскохозяйственного производства	Продукция, кг/га сухого вещества в год	Приток энергии, ккал/м ² в год
Собирательство	0,4–20	0,2–10
Сельское хозяйство без энергетических субсидий	20–2000	25–1000
Сельское хозяйство со значительными энергетическими затратами	2000–20000	1000–10000
Теоретически возможный максимум при значительных энергетических затратах	20000–80000	10000–40000

Всякое дополнительное вложение энергии, увеличивающее продуктивность экосистемы, называется энергетической субсидией.

5.2 Агроэкосистемы: схема функционирования, потоки веществ и энергии, классификация

Территория, сознательно спланированная для получения сельскохозяйственной продукции, на которой формируется биотическое сообщество, созданное и регулярно поддерживаемое человеком, получила название агроэкосистема (от греч. agros – поле).

Совокупность агроэкосистем образует агроландшафт, глобальная экосистема, объединяющая всю территорию Земли, преобразованную сельскохозяйственной деятельностью человека – агросферу (рис. 5.2).

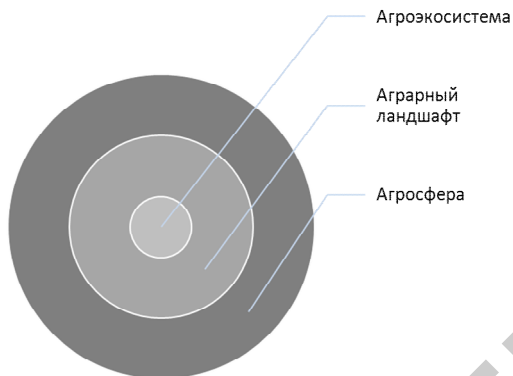


Рис. 5.2. Структура агросферы

Агроэкосистемы характеризуются рядом особенностей функционирования (рис. 5.3) и кардинально отличаются от природных экосистем.



Рис. 5.3. Особенности функционирования агроэкосистем

На фоне культивируемого человеком растения в агроценозе формируются комплексы других организмов по тем же законам, что и в естественном биоценозе. Основной движущей силой в их становлении является естественный отбор. В агроценозах человек

создает условия, благоприятные для жизнедеятельности возделываемой культуры, а все другие виды (сорняки, насекомые вредители и т. д.) подавляет.

Меняется исходный видовой состав растительноядных животных. Те животные, которые не питаются возделываемыми растениями, исчезают или их популяции пребывают в подавленном состоянии. Напротив, те животные, которые в новых условиях находят благоприятные условия, размножаются и могут повреждать культурные растения. Таким образом, агроценозы регулируются человеком, и его деятельность становится дополнительным жёстким фактором отбора.

Агроэкосистемы получают находящуюся под контролем человека вспомогательную энергию, дополняющую или заменяющую солнечную; эта вспомогательная энергия поступает в виде мышечных усилий человека и животных, удобрений, пестицидов, орошающей воды, работы машин, действующих на горючем, и т. д.

Функционирование агроэкосистемы осуществляется по определённой схеме (рис. 5.4), и её эффективность во многом зависит от того, как в ней регулируются потоки веществ и энергии.

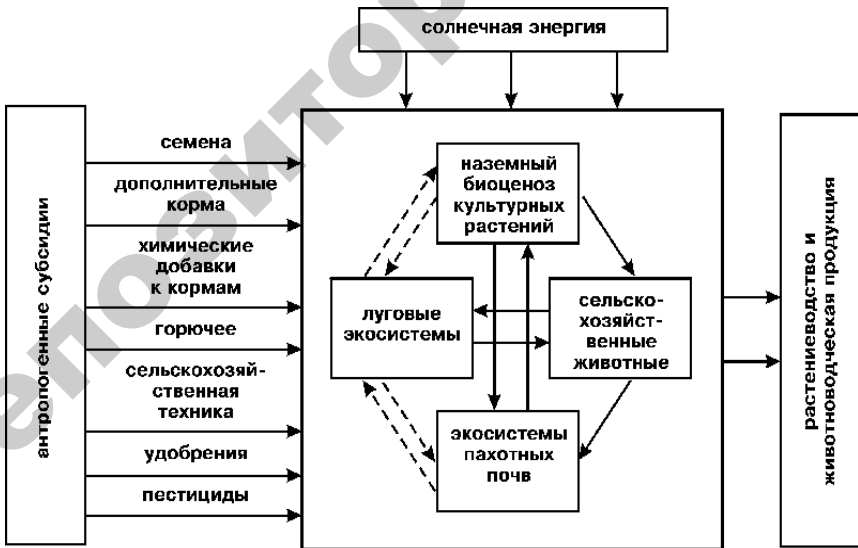


Рис. 5.4. Схема функционирования агроэкосистемы

Человек постоянно работает над повышением продуктивности агроценозов: выводит новые сорта и породы животных, выращивает растения с использованием новейших технологий, совершенствует методы борьбы с вредителями и болезнями и т. д.

Формирование и развитие агроэкосистем существенно изменило облик планеты. Сокращение площадей естественных экосистем и в настоящее время идёт со скоростью 0,5–1,0 % в год. Аграрные технологии включают ряд очень мощных воздействий на среду механического (обработка почвы, осушение, орошение, выпас скота), химического (удобрения, яды, стимуляторы) и биологического (посев и посадка растений, микробные препараты, навоз и т. п.) характера.

По энергетическим вложениям агроэкосистемы разделяют на две группы:

- доиндустриальные с дополнительной энергией в виде мышечных усилий человека и животных. Они ежегодно получают до $2 \cdot 10^9$ Дж/га энергетических субсидий, гармонируют с природными экосистемами и до настоящего времени занимают значительные площади в странах Африки, Азии и Южной Америки;

- интенсивные агроэкосистемы развитых стран. Они получают энергетические субсидии до $20 \cdot 10^{10}$ Дж/га. Огромные затраты энергии на агроэкосистемы такого типа сопровождались только небольшим увеличением выхода продукции. Например, с 1910 года в США затраты на сельскохозяйственное производство возросли в 10 раз, что дало эффект только двукратного увеличения урожая. Установлено, что целесообразный предел внесения дополнительной энергии составляет $15 \cdot 10^9$ Дж/га.

Агроэкосистемы различаются по размерам, целевому назначению, используемым технологическим системам, материально-вещественным и энергетическим потокам. Различают:

- земледельческое (полевое) землепользование – богарные и орошаемые агроэкосистемы (ротации зерновых, бобовых, кормовых, овощных, бахчевых, технических и лекарственных культур);
- плантационно-садовое землепользование – плантационные агроэкосистемы (чайный куст, дерево какао, кофейное дерево, сахарный тростник), садовые агроэкосистемы (плодовые сады, ягодники, виноградники);

- пастбищное землепользование – пастбищные агроэкосистемы: отгонные пастбища (тундровые, пустынные, горные); лесные пастбища; улучшенные пастбища; сенокосы, окультуренные луга;
- смешанное землепользование – смешанные агроэкосистемы, характеризующиеся равнозначным соотношением и сочетанием нескольких видов землепользования, а также процессов получения как первичной, так и вторичной биологической продукции;
- агропромышленные экосистемы – территории интенсивного «индустриализированного» производства сельскохозяйственной продукции на основе преобладающих процессов снабжения системы веществом и энергией извне.

На современном этапе развития цивилизации человечество вынуждено констатировать наличие масштабных нарушений, обусловленных сельскохозяйственной деятельностью:

- сведение лесов и деградация лесных экосистем;
- загрязнение поверхностных вод (рек, озёр, морей) и деградация водных экосистем при эвтрофикации; загрязнение грунтовых вод;
- нарушение водного режима на значительных территориях (при осушении или орошении);
- опустынивание в результате комплексного нарушения почв и растительного покрова;
- уничтожение природных мест обитаний многих видов живых организмов и, как следствие, вымирание и исчезновение редких и прочих видов.

Современная агроэкология ставит задачу произвести высококачественную сельскохозяйственную продукцию при одновременном сохранении сельскохозяйственных ресурсов, биологического разнообразия и защите экологической среды обитания человека от сельскохозяйственного загрязнения.

В агроэкологических исследованиях учёными решаются проблемы совершенствования структуры сельскохозяйственных угодий за счёт сокращения распашки участков с повышенной эрозийной опасностью, ведения севооборотов с почвозащитными культурами. За счёт использования почвовосстанавливающих культур и улучшения системы удобрений возможно восстановле-

ние в почвах бездефицитного баланса питательных элементов и органического вещества.

Формирование и развитие человеческой цивилизации тесно связаны с размещением сельского хозяйства. Современное сельское хозяйство – первое звено в сложной цепи питания. Население Земли увеличивается, в соответствии с требованиями современного уровня жизни растёт потребность в продуктах питания, повышаются требования к качеству пищи. По различным оценкам, потребность в территории, обеспечивающей поддержание жизни одного человека, в среднем, составляет 1,75–2,10 га, в том числе 0,46 га полей, 1,2 га пастбищ и сенокосов (для питания), 0,07 га лесных насаждений (для полноценного дыхания); 0,01 га жилых и производственных помещений, 0,01 га на инфраструктуру (дороги, линии электропередачи, связи и др.).

Современное сельское хозяйство является высококонкурентной, глобальной индустрией. Она обеспечивает первое звено в сложной цепи питания, отвечающей требованиям мирового населения, которое растёт по численности и по уровню жизни и требует всё больше и больше продуктов питания, более высокого качества пищи.

Агрофитоценозы вносят вклад в обеспечение процессов на биосферном уровне: создание общих запасов первичной продукции, участие в поддержании уровня кислорода и других газов в атмосфере, потоков биогенных элементов, водообменных процессов и т. д. В наибольшей мере сельскохозяйственные мероприятия влияют на качество почвенного покрова.

Размещение сельскохозяйственного производства зависит от природных (рис. 5.5), социально-экономических и социально-демографических факторов. Например, для выращивания сельскохозяйственных культур необходимо определённое количество тепла и света, почвенные условия и др.

На размещение животноводства природные факторы влияют посредством возможности формирования кормовой базы. Особенно существенно от природно-климатических условий зависит пастбищное животноводство. Помимо наличия пастбищ важны состав растительности, продолжительность использования и др.

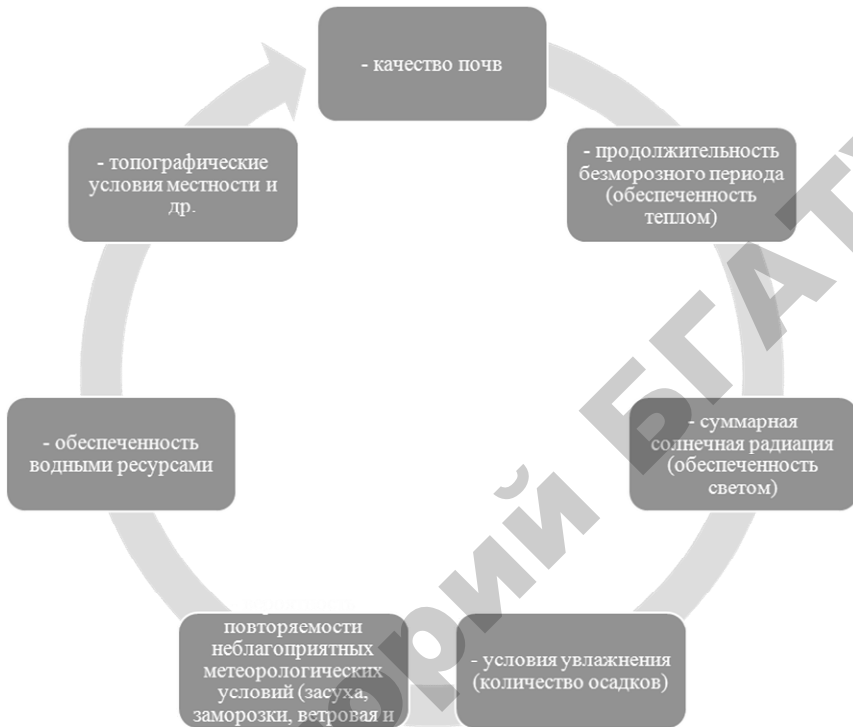


Рис. 5.5. Природные факторы размещения и специализации сельского хозяйства

То есть, на размещение сельскохозяйственного производства в наибольшей степени влияют природно-климатические факторы. И именно они на значительных территориях ограничивают или делают невозможным ведение сельскохозяйственного производства (табл. 5.3).

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства существует ряд причин, которые не позволяют значительно увеличить производство продуктов питания: наиболее плодородные почвы уже освоены; экстенсивный путь ведения сельскохозяйственного производства себя исчерпал; расширение пахотных площадей требует значительных капиталовложений.

Таблица 5.3

Природные факторы, ограничивающие развитие
сельскохозяйственного производства

Ограничения, препятствующие 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	795	5
переувлажнённость	596	4
ВСЕГО	11622	78

**5.3 Экологизация сельскохозяйственного производства.
Биоорганическое (альтернативное) земледелие
и его особенности**

Все формы интенсификации сельскохозяйственного производства должны тщательно исследоваться по возможным экологическим последствиям. Сельское хозяйство наряду с повышением продуктивности должно иметь целью влияние на оптимизацию всех биосферных процессов, прежде всего круговорота веществ.

В настоящее время активно формируется мировоззрение, в соответствии с которым экономика считается зависимым компонентом природной среды, существует в её пределах и является её составной частью. Такое направление в науке получило название «Зелёная экономика». Теория зелёной экономики базируется на 3 аксиомах:

- невозможно бесконечно расширять сферу влияния человека в ограниченном пространстве;
- невозможно требовать удовлетворения бесконечно растущих потребностей в условиях ограниченности ресурсов;
- всё на поверхности Земли является взаимосвязанным.

Концепция зелёной экономики включает в себя идеи многих других направлений, таких как ресурсо-ориентированная экономика, экологическая экономика, экономика окружающей среды, антирост, антипотребительство, антиглобализм, зелёная политика и др.

«Зелёная экономика» является важным инструментом устойчивого развития, её концепция – это модель, которая ведёт к улучшению здоровья и социальной справедливости населения, а также к значительному снижению опасных воздействий на окружающую среду и к снижению экологического дефицита. При реализации модели «зелёной экономики» материальное благополучие не должно обеспечиваться за счёт увеличивающихся экологических рисков, экологических дефицитов и социального неравенства.

В Республике Беларусь экологическим вопросам уделяется всё более пристальное внимание. Основными направлениями международного сотрудничества являются вопросы сохранения биоразнообразия и устойчивого функционирования системы охраняемых водно-болотных угодий в белорусском Полесье, обращения со стойкими органическими загрязнителями, предотвращения загрязнения окружающей среды нефтепродуктами, разработки регистров выбросов и переноса загрязнителей, управления водными ресурсами, включая ресурсы бассейна реки Неман и реализацию Стратегической программы действий для бассейна Днепра и оценку экологического состояния озёрных экосистем, а также обеспечение постоянно действующего обмена радиолокационными данными со странами-партнёрами региона Балтийского моря, проведение комплексных мероприятий по снижению сельскохозяйственных источников загрязнения, расположенных в данном регионе и др. Реализуются государственные программы, совершенствуется законодательство, разрабатываются основополагающие документы в области охраны окружающей среды и рационального природопользования. Республика Беларусь в сотрудничестве с Европейским союзом начала реализацию проекта по зелёной экономике, основными принципами которого являются:

1. Дальнейшее развитие природоохранного законодательства и применение наиболее успешных практик в вопросах управления воздухом, водой, почвами и обращения с отходами.

2. Расширение сектора органического сельского хозяйства, введение сертификатов на органическую продукцию в стране и увеличение импорта органической продукции.

3. Продвижение решений по экоинновациям, основанным на высоком исследовательском потенциале Республики Беларусь.

4. Использование законодательных и экономических инструментов для смягчения последствий изменения климата и поддержки мер по адаптации.

5. Введение мероприятий по энергоэффективности в городах Республики Беларусь.

6. Привлечение прямых иностранных инвестиций и создание «зелёных» рабочих мест.

Участие страны в международном сотрудничестве в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов не только повышают авторитет страны на международной арене, но также дают возможность продвижения белорусских инициатив на международный уровень, обеспечивая при этом привлечение национальных экспертов для их реализации.

Если учесть тот факт, что Республика Беларусь является страной с развитым аграрным сектором, несомненную значимость приобретает разработка технологических приёмов ведения сельскохозяйственного производства, обеспечивающих снижение экологической нагрузки, расширение сектора органического сельского хозяйства.

Длительное время в сельскохозяйственном производстве преследовалась преимущественно одна основная цель – максимальный выход биологической продукции, т. е. – получение урожаев, что вступает в серьёзное противоречие с возможностями поддержания экологического равновесия в окружающей среде. Увеличение распашанности земель, проведение многократных обработок пестицидами ведёт к резкому сокращению численности насекомых-опылителей и энтомофагов, снижению микробиологической активности почв и др. Следствием этого является не только дестабилизация агроландшафта за счёт нарушения трофических уровней, но и снижение продуктивности сельскохозяйственных растений.

Для преодоления негативных тенденций в развитии АПК необходимо обеспечить простое и расширенное воспроизводство плодородия почв. При реализации этого направления надо предусматривать борьбу с эрозией почв, грамотное применение органических удобрений, минимизацию техногенного воздействия на почву и т. п.

Реализация природоохранных мероприятий позволяет наряду с экологическим эффектом получить экономическую выгоду за счёт создания системы льгот, кредитов, налогов и т. п. для изменения приоритетов в распределении ресурсов, капитальных вложений в АПК. Экологизация аграрного производства даёт и огромный социальный эффект. Это проявляется в сохранении и улучшении здоровья населения за счёт увеличения потребления биологически чистой продукции, уменьшения загрязнения водных и земельных ресурсов и воздушного бассейна.

Достижения современной экологической науки позволяют разрабатывать и внедрять такие методы сельскохозяйственного производства, которые открывают дополнительные возможности получения качественной сельскохозяйственной продукции при стабильном функционировании агроландшафтов.

Основной путь интенсификации и экологизации сельскохозяйственного производства – управление продукционным процессом, перестройка структуры фитоценозов. Организация севооборотов и агроландшафтных комплексов должна быть такой, чтобы она поддерживала целостные биоценологические системы с развитием разных трофических уровней. От практики поддержания на полях только культурных растений следует переходить к практике использования природных механизмов регулирования агроценозов. Создавая условия для расширения видового разнообразия, можно снять угрозу массового размножения вредителей. Это не только сохраняет урожай, но и снижает необходимость широкого применения пестицидов, которые являются дополнительным сильным фактором дестабилизации ценозов и загрязнения окружающей среды.

Современная агроэкология рекомендует вместо традиционных монокультур – одновидовых посевов, поддерживать на полях поликультуры, используя принцип дифференциации растений по экологическим нишам. Такие поля энергетически более выгодны, наряду с продуктивностью увеличивается устойчивость посевов.

К числу экологических способов регуляции засоренности посевов сорняками относится использование не гербицидов, а конкурентных возможностей культурных растений. Основным принципом биологической борьбы с сорняками должен быть максимальный захват культурными растениями экологических ниш. Обычно культурные растения мало способны конкурировать с сорняками, особенно на начальных этапах развития. Культуры с быстрым первоначальным ростом создают высокую конкуренцию сорнякам и с целью снижения засоренности полей могут применяться в севооборотах.

Негативные последствия интенсификации сельскохозяйственного производства способствовали формированию новой концепции земледелия, в основу которой было положена сознательная минимизация использования минеральных удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений, кормовых добавок и антибиотиков в животноводстве. Такой подход к земледелию, иная этика отношения к земле привели к возникновению систем земледелия, которые получили название альтернативных.

В рамках альтернативных возникли биодинамическая, органическая, биологическая, органо-биологическая и др. системы земледелия. Различия между ними не всегда имеют четкую границу и часто носят терминологический характер.

Биодинамический метод ставит перед собой цель – создать агроценоз (поле, сад или ферму), функционирующий как единый организм. Термин возник из двух греческих слов: «биос» – жизнь и «динамический» – находящийся в процессе движения, изменения. Название «биодинамический» указывает на специфику принципов, положенных в основу этого метода – работа с живыми растениями, растущими на здоровой почве, предполагает уменьшение степени зависимости организмов от окружающей их среды, воздействие на первичные процессы, формирующие и поддерживающие жизнь.

Органическая система земледелия предусматривает производство продуктов питания высокого качества без применения синтетических удобрений, пестицидов или регуляторов роста. Например, при выращивании многолетних культур химические средства не следует применять в течение 12 месяцев до появления бутонов, при выращивании одно- и двухлетних – в течение такого же времени

до их сева (посадки). Разрешается применение микробиологических препаратов, а также продуктов и материалов, состоящих из веществ растительного, животного или минерального происхождения (навоз, компосты, костная мука, пепел, гипс, рыбная эмульсия, мыло, породы: известняк доломит, глауконитовый песок, полевой шпат, базальтовая пыль, мел, известь).

Биологическая система земледелия предусматривает использование навоза как «специфического» и основного источника питания растений; севооборотов с сидеральными и промежуточными культурами; для борьбы с вредителями и болезнями рекомендуются огневые меры, а против сорняков – механические. Разрешено применение «нетоксичных» препаратов – вытяжек из эфирных растений, экстракта окопника, настоя крапивы, отвара хвоща или полыни горькой, пиретрума, табака, порошков из водорослей и скальных пород. В плодоводстве и виноградарстве разрешается использование серных и медных препаратов, а также некоторых синтетических слаботоксичных препаратов.

В основе органо-биологической системы земледелия лежит стремление к созданию «живой и здоровой почвы» за счёт поддержки и активизации её полезной микрофлоры. Агроценоз рассматривают как единый организм, в котором четко отрегулированы круговорот и цикличность питательных веществ; система питания растений основана на принципах баланса питательных веществ, который формируется естественным образом. Приоритет отдается растениям, защищающим почву от эрозии; пожнивные остатки заделывают в поверхностный слой почвы; севооборот насыщают бобово-злаковыми травосмесями. Разрешено применять только органические (перегной, сидераты) и некоторые минеральные удобрения (томасшлак, калийную магнезию, базальтовую пыль). Таким образом, удобряют не растение, а почву. Указанные методы в сочетании с поверхностной обработкой почвы создают, по мнению сторонников системы, благоприятные условия для развития микроорганизмов, обеспечивающих питание растений.

Альтернативное земледелие в Западной Европе и США получило официальное признание. Земледельцы, которые его применяют, объединяются в союзы, общества. Государственные органы осуще-

ствляют официальный контроль за соблюдением фермерами требований по выращиванию сельскохозяйственной продукции без применения химических средств интенсификации.

5.4 Экологические проблемы земледелия

Важнейшей задачей земледелия является создание наилучших условий для роста и развития сельскохозяйственных культур с целью наиболее полного обеспечения постоянно увеличивающегося населения планеты продуктами питания. По прогнозам ФАО, к концу столетия население Земли вырастет до 10,1 млрд человек. Чтобы прокормить людей, необходимо увеличить производство продовольствия на 70 %. Ввиду того, что притока пахотных земель ожидать не приходится, так как в сельскохозяйственный оборот уже вовлечено всё, что можно, выполнение данной задачи направлено на более интенсивное использование имеющейся пашни с учётом почвенно-климатических и погодных условий, принятых систем земледелия и технологий производства продукции растениеводства.

Основой любой системы земледелия является севооборот – научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и паров во времени и на территории или только во времени. Именно в севообороте повышается плодородие почвы, ведётся борьба с вредителями, болезнями и сорняками сельскохозяйственных культур биологическим методом, проводится ресурсосберегающая система обработки почвы и внесения удобрений, защита почвы от эрозии, максимально учитываются биологические особенности сельскохозяйственных культур, что неизменно влечет к увеличению их урожайности.

Американские специалисты в результате старейшего в мире опыта, длящегося более 120 лет (с 1896 года), доказали, что традиционный метод выращивания культур – севооборот – значительно эффективнее современных – масштабного применения химических удобрений и пестицидов. Поля, на которых попеременно выращиваются хлопок, кукуруза, соя, пшеница и клевер, не нуждаются

в дополнительных удобрениях. А поля, обрабатываемые азотными удобрениями, испытывают в них всё большую потребность.

Недостатком севооборота, с точки зрения экологии, является наличие крупных полей (60–100 га и более). На такой большой площади может наблюдаться разный тип почв (дерново-подзолистая, дерново-заболоченная), гранулометрический состав пахотного и подпахотного горизонтов (супесчаная, суглинистая), неодинаковые показатели почвенного плодородия (содержание гумуса, фосфора, калия, значение кислотности почвы и т. п.), степени увлажнения, эродированности, закаменённости и другие различия. Все это усугубляет почвенно-экологическую неоднородность как внутри полей, так и самих полей в севообороте. В итоге получается, что урожайность культуры, посеянной в один срок, одними и теми же семенами, при одинаковой технологии выращивания на различных участках поля не одинакова.

Экологизация земледелия предполагает введение **контурно-экологических** или **почвенно-экологических севооборотов**, вводимых для конкретного экологически устойчивого участка (ЭУУ), выделенного по сходным признакам. ЭУУ должен иметь одинаковый рельеф, один тип почвы, гранулометрический состав, одинаковые показатели почвенного плодородия, одинаковую мелиоративную устроенность земли (осушения, орошения, заболоченности, эродированности), одинаковую величину водного баланса и увлажнения почв, иметь одинаковую культуртехническую характеристику почвы (каменистость, закустаренность, завалуненность и др.), одинаковые технологические условия и местоположение, определяющие удобство обработки и проезда механизированных и транспортных средств. Ширина ЭУУ не должна быть эрозионно-опасной, границы участка необходимо увязать с естественными границами (водоразделами, изгибами рельефа и др.) или закрепить постоянными искусственными (лесными полосами, дорогами и др.).

После выделения ЭУУ и оценки пригодности его почвы под возделывание сельскохозяйственных культур проводится группировка однотипных рабочих участков в отдельные группы, которые по почвенным и другим условиям в одинаковой степени пригодны для возделывания одного и того же набора культур, в большей степени адаптированного к данным условиям. Из установленного набора культур составляют севооборот, используя принципы

научности и плодосмена. В системе контурно-экологических севооборотов главное требование – выдержать агрономически правильное чередование культур во времени на каждом ЭУУ.

На каждый ЭУУ изготавливается паспорт, в котором помещают схему участка, дают широкий перечень показателей его почвенно-экологической, агрохимической и технологической характеристик. Предусматривают графы для учёта выращиваемых культур, технологических операций, системы удобрений, агротехнических, противоэрозионных и агромелиоративных мероприятий.

Введение контурно-экологических севооборотов может создать трудности с использованием высокопроизводительной сельскохозяйственной техники, но значительно повышает урожайность культур.

Второй большой проблемой земледелия является малое видовое разнообразие культурных растений на полях севооборота.

В экологическом земледелии не должно быть непокрытой почвы. В большинстве случаев культура, выращиваемая в чистых посевах, способна более-менее укрывать почву лишь в конце своего роста, что создаёт угрозу возникновения эрозионных процессов. В природных растительных сообществах на 1 м² произрастает большое количество разнообразной растительности в определенной ярусности в зависимости от интенсивности использования солнечного света и других факторов жизни, при этом она плотно укрывает почву.

Многокомпонентный по видовому составу посев сельскохозяйственных культур (поликультура) позволяет повысить устойчивость их к вредным организмам, создаёт благоприятные условия для размножения полезной фауны и почвенной микрофлоры, что способствует повышению плодородия почвы. При посеве нескольких культур с различным типом корневой системы, степенью устойчивости к засухе и т. д. происходит подгонка экологических ниш, позволяющая растениям более полно использовать ресурсы, снижается зависимость урожая от погодных условий, обеспечивая максимальную адаптацию растительного сообщества к реальным условиям среды.

Решить данную проблему можно путём выращивания смешанных и совместных (полосных) посевов, промежуточных культур. **Смешанными** считаются посевы двух или нескольких культур, семена которых перед посевом перемешиваются, или проводится двукратный независимый посев культур на одной площади

(при посеве второй культуры расположение рядков и ширина междурядий первой не принимаются в расчёт). Подбор видов растений осуществляется так, чтобы они не подавляли друг друга и не мешали доступу солнечного света. В зонах с умеренным климатом чаще всего практикуются смешанные посевы бобовых и злаков, например, вико-овсяные, горохо-овсяные, горохо-ячменные, горохо-тритикалевые смеси, зерновые культуры или однолетние травы с подсевом клевера либо клевера с тимофеевкой, овсяницей и другими многолетними злаковыми травами. В Беларуси в последние годы отработана практика посева озимой ржи в смеси с озимой сурепицей.

Совместные посевы – это посевы двух или более видов растений на одном поле чередующимися рядками и полосами культур. Перед посевом семена культур не смешиваются, а высеваются раздельно. Например, 2–3 сошника высевают кукурузу и соседние 2–3 – сою. Если посев проводится двумя сеялками, одна высевает кукурузу, другая – сою, то такой посев называют **полосным**. При совместных полосных посевах каждая культура может выращиваться по своей технологии, при этом и длинностебельные культуры, и низкостебельный компонент испытывают меньшее затенение, чем в чистых одновидовых посевах. В результате усиления процесса фотосинтеза повышается урожайность. Известно так же, что при полосном размещении посевов поперёк господствующих ветров или линии стока – на склоновых землях можно уменьшить эрозию почвы.

Широкий переход к таким посевам не реализуется из-за несоответствия фенофаз развития культурных растений, что затрудняет их механизированное возделывание и уборку (за исключением кормовых и некоторых других культур). В США полосное выращивание культур применяется на мелких фермах.

Посевы **промежуточных культур** (поукосных, поживных, озимых, подсевных) на кормовые цели или на зелёное удобрение способствуют наиболее полному использованию биологического потенциала природных ресурсов, являются дополнительным источником органического вещества и азота в почве, улучшают фитосанитарный режим, защищают почву от эрозии. В Беларуси в качестве поживных культур выращиваются редька масличная,

рапс озимый и яровой, сурепица озимая и яровая, озимая рожь; в качестве поукосных – однолетние бобово-злаковые травы, яровой рапс, редька масличная, просо, озимые рапс и сурепица; подсеваемых – райграс однолетний и сераделла; озимых – озимые рапс, редька масличная, сурепица, рожь.

Следующая проблема земледелия заключается во влиянии глобального потепления на выращивание основных продовольственных культур планеты.

Факт изменения климата подтверждён данными наблюдений тысяч метеостанций за последние 100–150 лет.

В результате обобщения 20 000 полевых экспериментов по выращиванию кукурузы в различных частях Африки было установлено, что потепление на 1 °С вызовет потери урожая кукурузы в 65 регионах Африки. Также имеются сведения, что не по сезону тёплая погода может привести к ускоренному старению культур, так как излишнее тепло, которое растение уже не может выдержать, приводит к поражению клеток, отвечающих за фотосинтез. Учёные Стэнфордского университета (США), изучившие данные со спутников за 9 лет о погодных условиях на севере Индии, с помощью статистических методов выявили эффект воздействия сильной жары на рост пшеницы. Выяснилось, что рост температур на 2 °С выше среднесуточных, укорачивает период созревания на 9 дней, что ведёт к снижению урожайности до 20 %.

Скорость потепления в Беларуси оказалась в 2,5 раза выше, чем средняя в мире. Это привело к смещению климатических поясов на 100 км к северу и формированию новой – четвертой – агроклиматической зоны, в которой создаются условия для произрастания не типичных прежде тут сельскохозяйственных культур. В целом потепление в республике ухудшает условия произрастания и формирования урожая средних и поздних сортов картофеля, льна, овощных культур (особенно капусты), второго укоса трав. В сложившихся условиях предпочтение следует отдавать выращиванию более теплолюбивых и засухоустойчивых культур – кукурузы, проса, сорго, а в группе зерновых хлебов – озимым или переключиться на более позднеспелые сорта и гибриды, которые лучше используют растущие тепловые ресурсы.

5.5 Экологические последствия внесения минеральных удобрений и пути их устранения

Минеральные удобрения являются радикальным средством повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Практически 50–60 % сельскохозяйственной продукции в мире производится за счёт применения минеральных удобрений. К сожалению, возрастающие объёмы их использования приводят к загрязнению окружающей среды.

Загрязнение природной среды минеральными удобрениями происходит при нарушении условий транспортировки, тукосмещения и хранения, несоблюдении научно обоснованных технологий внесения удобрений, вследствие водной и ветровой эрозии, необоснованном использовании в качестве удобрений отходов промышленного производства.

Механические потери удобрений при доставке с завода в сельскохозяйственное предприятие происходят из-за использования приспособленных для этого автосамосвалов общего назначения, а не специальных машин для перевозки минеральных удобрений. Большие потери наблюдаются при заправке разбрасывателей минеральных удобрений не предназначенной для этого техникой или вручную с автомашин и тракторных прицепов, а также при проведении тукосмещения.

Загрязнение окружающей среды минеральными удобрениями может происходить из-за отсутствия типового склада для их хранения, когда имеющееся хранилище не соответствует объёмам заготовки и поступающие удобрения хранят либо под навесом, либо под плёнкой на открытом воздухе (рис. 5.6 а, б). Из-за несвоевременного ремонта старых складов крыша в них протекает, и удобрения лежат в лужах воды. В существующих складах не всегда имеется возможность осуществить комплексную механизацию по смешиванию удобрений.

При водной эрозии в результате смыва внесённых минеральных удобрений с крутых склонов, расположенных вблизи водоёмов, происходит загрязнение поверхностных вод соединениями азота и фосфора, ведущими к их эвтрофикации («цветению» воды). При ветровой эрозии, а именно пыльных бурях, ураганных ветрах, удобрения вместе с лёгкой почвой могут подниматься в воздух и переноситься, например, на поверхность водоёма. Минеральные удобрения могут быть причиной отравления и гибели водных организмов.



а)



б)

Рис. 5.6. Хранение минеральных удобрений на открытом воздухе

Применение минеральных удобрений без учёта агрохимических показателей почвенного плодородия, потребностей культуры, необоснованное завышение доз, несоблюдение сроков, некачественное внесение могут оказывать отрицательное влияние на состояние почвенного покрова и вести к загрязнению продукции растениеводства.

Нарушение оптимизации питания растений приводит к их различным заболеваниям, способствует развитию фитопатогенных грибковых болезней, ухудшающих фитосанитарное состояние почв и посевов.

Минеральные удобрения, особенно азотные и калийные, способны вызывать подкисление почвенного раствора. Подкисление почв, в свою очередь, приводит к снижению количества доступных элементов питания, увеличению концентрации аммония в почве, вымыванию гумуса.

В результате интенсивного известкования кислых почв появляются переизвесткованные почвы, на которых угнетаются кальциефобные культуры (люпин, лён, картофель). При систематическом применении фосфорных и калийных удобрений без учёта почвенных запасов появляются почвы с содержанием фосфора и калия выше оптимальных параметров. На таких почвах необходимо временное снижение уровня применения фосфорных и калийных удобрений. Хлорсодержащие удобрения, (калий хлористый) отрицательно воздействуют на человека и животных через воду (потребление воды с содержанием хлора более 50 мг/л вызывает отравления – токсикозы). Избыточное внесение калийных удобрений нарушает баланс магния, натрия, кальция, бора и других микроэлементов в почве, что может привести к снижению качества продукции. Нарушение технологии внесения азотных удобрений ведёт к загрязнению окружающей среды нитратами. Известно, что высокие дозы азота способствуют усилению минерализации органического вещества почвы.

Азот – основной элемент питания растений. Его низкое содержание в почве часто лимитирует развитие культурных растений, поэтому внесение азотных удобрений вызывает усиленный рост надземной части растений, лучшее формирование репродуктивных органов, а значит, и более высокий урожай. В зависимости от характера соединений азотные удобрения подразделяются на пять групп: аммиачные (водный или безводный аммиак), аммонийные (сульфат аммония), нитратные (натриевая и кальциевая селитра), аммонийно-нитратные (аммиачная селитра), амидные (мочевина или карбамид).

Азотные удобрения являются одним из источников накопления в почве нитратов (NO_3), солей азотной кислоты. Под воздействием микроорганизмов-нитрификаторов аммонийный и амидный азот постепенно переходит в нитратный (при благоприятных условиях за 2–3 дня). Нитрификация – это естественный процесс, протекающий

в почве. При внесении высоких доз азотных удобрений, даже не содержащих нитратного азота, в почве может накапливаться большое количество нитратов. Нитратный азот очень подвижен и легко вымывается из пахотного горизонта в дождливую погоду, особенно на лёгких почвах, загрязняя подземные воды. Процесс вымывания нитратов из почвы ускоряется при увеличении в севообороте процента зерновых и пропашных культур, полном или частичном отказе от выращивания промежуточных культур.

Присутствие нитратов в растениях закономерно, так как они участвуют в круговороте азота, необходимого для биосинтеза белков и нуклеиновых кислот. Накопление нитратов происходит в результате нарушения этого процесса, когда не все поглощённые нитраты восстанавливаются до аммиака.

Известно более 30 факторов, способствующих увеличению содержания нитратов в растениях, половиной из которых можно управлять. К основным из них относятся: несоблюдение доз, сроков внесения азотных удобрений (во второй половине вегетации), неправильный подбор их форм (аммиачная селитра способствует большему накоплению нитратов, чем сульфат аммония и мочевины), погодные условия (в годы с холодным и пасмурным летом возрастает количество нитратов), биологические особенности растений (в жилках листьев, листовых черешках, стеблях нитратов больше, чем в мякоти листьев и плодах; в кожице и поверхностных слоях плодов больше, чем во внутренних; в генеративных органах меньше, чем в вегетативных), сортовые признаки (ранние сорта овощей содержат больше нитратов, чем поздние; более ярко окрашенные сорта корнеплодов содержат меньше нитратов, чем бледно окрашенные), сроки уборки (содержание нитратов снижается по мере созревания), густота стояния растений (улучшение условий освещённости активизирует деятельность фермента азотного обмена нитратредуктазы и снижает содержание нитратов в растениях), повышенная кислотность почвы (известкование активизирует процесс восстановления нитратов), нарушение соотношения основных элементов питания (на дерново-подзолистых почвах третьей-четвёртой групп обеспеченности – соотношение N : P : K для зерновых культур – 1 : 0,9 – 1,1 : 1,3 – 1,5, для пропашных – 1 : 0,8 : 1,2 – 1,6), овощи закрытого грунта склонны к большему накоплению нитратов, чем открытого и др.

Повышенное содержание нитратов в продуктах питания и воде представляет опасность для здоровья людей. Допустимая доза для взрослого человека – 5 мг/кг массы тела, допустимая суточная доза – 300–325 мг. Такое количество нитратов легко усваивается организмом человека, превращаясь в белок. Токсическое действие нитратов связано с восстановлением их под влиянием микрофлоры пищеварительного тракта и тканевых ферментов до нитритов аммиака, гидросиламина, которые попадают в кровь и окисляют двухвалентное железо гемоглобина в трёхвалентное. Образовавшийся метгемоглобин не способен переносить кислород к тканям и органам, в результате чего может наблюдаться удушье. Наибольшая же опасность повышенного содержания нитратов в организме заключается в том, что нитриты и нитраты в результате биохимических процессов переходят в *N*-нитрозосоединения, обладающие канцерогенным и мутагенным действием.

Употребление в течение длительного времени продуктов питания и воды с высоким содержанием нитратов вызывает также аллергию, нарушение деятельности щитовидной железы, приводит к возникновению многочисленных болезней в результате нарушения обмена веществ, опорно-двигательного аппарата и нервной системы. Особенно чувствительны к действию нитратов и нитритов дети раннего возраста.

С целью защиты человека от вредного воздействия нитратов Министерством здравоохранения Беларуси утверждены республиканские предельно допустимые концентрации (ПДК) нитратов в продуктах растениеводства (табл. 5.4). ПДК нитратов в воде 10 мг/л.

Существенным недостатком многих минеральных удобрений является наличие в них балластных элементов и токсических металлов. Например, фосфорные удобрения в своем составе содержат фтор, стронций, серу, редкоземельные металлы, кадмий, свинец; калийные – хлор, натрий, кадмий, ртуть, свинец, алюминий. Токсические элементы попадают в удобрения чаще всего с сырьем для их производства, а иногда загрязнение происходит и в технологическом процессе.

При систематическом внесении повышенных доз удобрений балластные элементы могут накапливаться в почве в значительных количествах, отрицательно влияя на её свойства и плодородие, на урожай и его качество, мигрируя в грунтовые воды, ухудшают их качество, что в конечном итоге создает угрозу для здоровья человека.

Таблица 5.4

Предельно допустимое содержание нитратов в продуктах растениеводства, кормах, мг/кг сырого продукта

Корма		Овощи	
продукты растениеводства	республиканские	продукты растениеводства	республиканские
Грубые корма (сено, солома)	1000	Капуста белокочанная ранняя	800
Зелёные корма	300	Капуста поздняя	400
Зернофураж	300	Кабачки	400
Травяная мука	2000	Салат, шпинат, укроп, щавель, петрушка	1500
Картофель (на корм скоту)	300	Свёкла столовая	1400
Силос (сенаж)	500	Картофель ранний	225
		Картофель поздний	150
		Томаты открытого грунта	100
		Томаты защищённого грунта	200
		Огурцы открытого грунта	150
		Огурцы защищённого грунта	300
		Морковь ранняя	400
		Морковь поздняя	200
		Лук репчатый	80
		Лук перо открытого грунта	400
		Лук перо защищённого грунта	800
		Яблоки, груши	60

Тяжёлые металлы, присутствующие в минеральных удобрениях, попадая через растениеводческую продукцию в организм животных и человека, вызывают различные заболевания. Избыток фтора в питьевой воде (более 2 мг/л) вызывает повреждение эмали зубов у человека, потерю эластичности кровеносных сосудов; при содержании более 8 мг/л – остеохондрозные явления. Большую опасность представляет

кадмий фосфатов. Он по свойствам близок к кальцию и трудно (и дорого) выделяется из фосфатных руд.

В последние годы в связи с тем, что предприятия должны предусмотреть мероприятия по утилизации производимых отходов, многие часто предлагают использовать их в качестве удобрений на основании того, что они содержат некоторое количество элементов питания для растений. К таким предложениям нужно относиться очень осторожно. Данный отход должен быть подвергнут анализу на содержание токсических соединений в валовом химическом составе.

Устранить негативные последствия применения минеральных удобрений можно следующими мероприятиями:

- усиление роли органических удобрений (ежегодно вносить не менее 12 т/га пашни);
- выращивание промежуточных культур на зелёное удобрение (люпин, сераделла, озимая рожь, рапс, редька масличная и др.);
- расширение посевов бобовых культур (горох, люпин, клевер, люцерна и др.), обладающих способностью усваивать азот из воздуха и накапливать его в клубеньках на корнях, обогащая биологически связанным азотом не только себя, но и последующую культуру;
- применение бактериальных препаратов, улучшающих корневое питание растений (азобактерин, калиплант, сапронит, фитостимфос и др.);
- использование биоудобрений направленного действия: ризобактерин – под зерновые культуры, гордебак – для пивоваренного ячменя, сояриз – под сою, агроМик – для тритикале и т. д.;
- внесение комплексных видов минеральных удобрений с заданным соотношением элементов питания в зависимости от биологических особенностей культуры, уровня плодородия почв, с добавками микроэлементов и регуляторов роста;
- производство комплексных гранулированных органоминеральных удобрений на основе торфа;
- использование медленнодействующих форм азотных удобрений, азот из которых не вымывается, усваивается растениями постепенно в течение вегетационного периода (карбамид с полимерным покрытием, карбамид с фосфатным покрытием, сульфат аммония с полимерным покрытием и др.);

– внесение минеральных удобрений локальным способом – не по всему полю, а поближе к семенам, клубням в рядки, гребни, борозды;

– совершенствование технологий получения удобрений, при которых бы балластные элементы отделялись и использовались в других отраслях народного хозяйства;

– оснащение сельскохозяйственных предприятий современными машинами для внесения минеральных удобрений с допустимой неравномерностью внесения, специальными установками для туко-смешения, загрузчиками минеральных удобрений, выпуск в достаточном количестве автосамосвалов для перевозки минеральных удобрений, строительство типовых складов для хранения минеральных удобрений (рис. 5.7);



Рис. 5.7. Типовой склад для хранения минеральных удобрений

– применение оптимально-минимальных доз минеральных удобрений под культуры в севообороте (севооборот способен почти на 25 % уменьшить внесение минеральных удобрений), создание системы удобрений, адаптированной к условиям окружающей среды;

– использование технологии точного земледелия для дозированного внесения минеральных удобрений в зависимости от содержания в почве элементов питания (для этого нужны чрезвычайно подробные карты минерального состава почвы).

С целью снижения накопления нитратов в продукции растениеводства дополнительно рекомендуется: из азотных удобрений предпочтение отдавать сульфату аммония и мочеvine, особенно

под овощи; вносить под культуры дозы азотных удобрений, сбалансированные по фосфору и калию; соблюдать сроки проведения азотных подкормок (в период интенсивного роста); улучшать условия освещённости путём соблюдения нормы высева (посадки), способ посева, своевременного формирования растений. Поддерживать оптимальный микроклимат в теплицах; выращивать сорта (гибриды), накапливающие минимальное количество нитратов; сбор овощей проводить днём, а не в утренние часы, при этом содержание нитратов уменьшается на 30–40 %; осуществлять хранение только неповреждённой и незагрязнённой землёй растительной продукции, так как загрязнение почвой и повреждение овощей приводит к быстрому проникновению бактерий внутрь и способствует образованию в них нитритов.

5.6 Экологические проблемы защиты растений.

Мероприятия по защите человека и объектов окружающей среды от вредного воздействия ядохимикатов

Пестициды (от лат. *pestis* – зараза и *caedo* – убиваю) – химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорняками, вредителями зерна и зернопродуктов, древесины, изделий из хлопка, шерсти, кожи, с эктопаразитами домашних животных, а также с переносчиками опасных заболеваний человека и животных. Пестициды, или средства защиты растений (СЗР), применяются главным образом в сельском хозяйстве.

По целевому назначению пестициды классифицируются на: ***гербициды*** – для борьбы с сорными растениями; ***инсектициды*** – с вредными насекомыми; ***фунгициды*** – с грибными болезнями растений и различными грибами; ***акарициды*** – с клещами; ***нематициды*** – с нематодами; ***родентициды (зооциды)*** – с грызунами; ***бактерициды*** – с бактериями и бактериальными болезнями растений; ***альгициды*** – для уничтожения водорослей и сорной растительности в водоёмах; ***дефолианты*** – для удаления листьев и ботвы; ***десиканты*** – для подсушивания листьев перед уборкой; ***ретарданты*** – для торможения роста растений и повышения устойчивости стеблей к полеганию; ***фумиганты*** – для борьбы с вредителями запасов; ***препараты для предпосевной обработки семян (протравители)*** и др.

По химическому составу пестициды делятся на три группы: неорганические соединения, органические соединения и вещества биогенного происхождения. Неорганические и органические соединения – это химические средства защиты растений (ХСЗР).

Большинство пестицидов – кумулятивные яды. Токсичность пестицидов сравнивают сопоставлением минимальных доз, вызывающих смертность 50 % подопытной группы организмов. Эти дозы обозначают символом ЛД₅₀.

По токсичности для человека и теплокровных животных пестициды подразделяются на: **сильнодействующие** – ЛД₅₀ до 50 мг/кг живой массы (бромистый метил, фосфид цинка и др.); **высокотоксичные** – ЛД₅₀ до 200 мг/кг (базудин, метафос, фосфамид и др.); **среднетоксичные** – ЛД₅₀ до 1000 мг/кг (медный купорос, полихом и др.); **малотоксичные** – ЛД₅₀ более 1000 мг/кг (бордоская жидкость, вивавакс, диален и др.).

Пять стран Евросоюза (Франция, Испания, Италия, Германия и Великобритания) в сумме потребляют 75 % всех 220 000 т действующего вещества пестицидов, применяемых в 25 странах Евросоюза.

По данным Центрального статистического бюро Организации экономического сотрудничества и развития, за 2013 г. больше всего пестицидов на 1000 га разбрасывалось в Израиле – 3,5 т, что в 88 раз выше, чем в Швеции, которая использует пестицидов меньше всего. На втором месте находится Япония: у нее показатели в два раза ниже, чем у Израиля. Но при расчёте на душу населения Япония имеет 4,98 т пестицидов на 1000 жителей, Израиль – 1 т на 1000 жителей, Венгрия – 0,98 т, Швеция – 0,11 т. Республика Беларусь по объёмам применения СЗР находится на уровне таких стран, как Польша, Норвегия и Финляндия.

На 15.03.2013 г. в Беларуси зарегистрировано 685 наименований СЗР отечественного и зарубежного производства, в т. ч. 285 гербицидов, 79 инсектицидов и акарицидов, 104 фунгицида, 70 препаратов для предпосевной обработки семян и др. В республике имеется четыре предприятия, на которых выпускают более 50 наименований препаратов.

В последние годы двадцатку пестицидов с максимальными объёмами применения (по тоннажу) возглавляли общеистребительные гербициды на основе глифосата.

Природно-климатические условия Беларуси благоприятны для распространения и развития более 65 опасных видов вредителей, 100 видов болезней и 300 видов сорных растений. Потенциальные потери урожая только от 40 наиболее вредоносных сорняков могут составлять 30–50 % урожая зерновых культур, зернобобовых, рапса, 83–90 % зелёной массы и зерна кукурузы, 94–99 % корнеплодов сахарной свеклы, 40–92 % картофеля. В связи с изменением климата в условиях тёплых зим вредоносность болезней повышается, так как увеличивается вегетационный период, сохраняются источники инфекции, болезни проявляются в более ранние сроки. У картофеля в новой климатической зоне появился и новый вредитель – картофельная моль. Новые вредители появились у лука – трипс, у капусты – капустная моль. С импортными семенами на территорию республики завезены новые болезни томата – аскохитоз, бактериальный рак, некроз сердцевины стебля; а также вирус огуречной мозаики (ВОМ), зелёной крапчатой мозаики огурца и др.

Во всем мире наблюдается рост новых болезней и появление новых вредителей сельскохозяйственных растений. Так, около 90 % сортов пшеницы в мире не способны противостоять четырём новым мутациям опасного грибка Uq99, который распространяется ветром и вызывает стеблевую ржавчину, что создаёт риск для глобальной системы производства и обеспечения производственной безопасности. По оценкам ФАО, потери только из-за болезней и вредителей составляют 35 % потенциального урожая мира.

Получается, что без использования СЗР невозможно получить достаточно высокий урожай, но, с другой стороны, сегодня имеется большое количество информации о негативном влиянии ХСЗР на окружающую среду и здоровье человека.

В начале 70-х годов XX века фирма Monsanto запатентовала молекулу глифосата. После этого гербицид был выведен на рынок под торговой маркой раундап и стал самым распространённым в мире средством защиты растений. Новые исследования показали, что глифосат, смешиваясь с жёсткой водой, в которой присутствуют в разных концентрациях кальций, магний, железо и даже стронций, или такими металлами, как мышьяк или кадмий, которые могут присутствовать в почве изначально или попадать в неё с удобрениями,

становится токсичным и, передвигаясь по пищевым цепям, начинает уничтожать клетки человеческих почек. Имеются данные, что глифосат на 70 % снизил число азотфиксирующих клубеньков у клевера, посаженного через 120 дней после обработки.

Наибольшую опасность для живых организмов представляют инсектициды. Эти пестициды могут мигрировать по трофическим цепям и в результате разнообразных превращений образовывать вещества более токсичные, чем исходные. Фосфоорганические инсектициды хорошо растворяются в воде и чрезвычайно опасны для обитателей водоёмов. Эти соединения токсичны для беспозвоночных наземных, водных и почвообитающих экологических групп. В производственных условиях вызывают гибель пчёл, шмелей и т. д. Чаще всего оказывают косвенное воздействие, когда после получения дозы яда жизнедеятельность популяции претерпевает существенное изменение, влияющее на воспроизводство и качество потомства. Ряд препаратов отличается замедленным действием, и его результаты не всегда предсказуемы.

Фунгициды оказывают существенное влияние на численность и активность почвенной микрофлоры и количество грибов. Весьма чувствительны к ним аммонифицирующие, нитрифицирующие бактерии, актиномицеты.

Кроме того, большое количество ядохимикатов, использовавшихся в республике в 90-е годы прошлого века, являются стойкими органическими загрязнителями (СОЗ), токсичными для человека, вызывающими различные заболевания, аллергические реакции, обладающие канцерогенными и мутагенными свойствами (ДДТ, гранозан и др.). Такие пестициды запрещены к применению Стокгольмской международной конвенцией о СОЗ (2001 г.), к которой Беларусь присоединилась в 2003 году. В республике СОЗ не используются после 2005 г. и подлежат ликвидации. Проведённая инвентаризация СОЗ выявила наличие в стране 10 623 т непригодных пестицидов. До 2025 г., согласно международным договорённым условиям, Беларусь должна избавиться от СОЗ. До июля 2016 г. уничтожено 258 т непригодных пестицидов, вывезено с территории республики за 2010–2013 гг. около 1000 т. Оставшиеся переупакованы и находятся в четырёх подземных хранилищах (рис. 5.8 и 5.9).



Рис. 5.8. Переупаковка пестицидов



Рис. 5.9. Перезахоронение пестицидов в европалете

Только около 1 % вносимых в среду ядов имеет непосредственный контакт с теми видами организмов, против которых они применяются, остальная их масса попадает в различные звенья окружающей среды, вызывая следующие негативные последствия:

– остаточные количества пестицидов аккумулируются и био-концентрируются в пищевых (трофических) цепях, создавая угрозу здоровью человека;

– имеет место вынос остаточных количеств пестицидов за пределы обрабатываемой территории и загрязнение ими растений, почвы, воды, воздуха;

– уничтожаются или подавляются полезные организмы (хищники и паразиты), способные регулировать численность вредных видов, а также насекомые-опылители (пчёлы, шмели), гибнут дикие животные (млекопитающие, птицы, рыба и др.);

– возможно появление устойчивых (резистентных) к используемым пестицидам форм насекомых, клещей, грибов, сорняков (в Северной и Южной Америке установлено 14 видов сорняков, устойчивых к глифосату);

– угнетают процесс нитрификации, вызывают изменение состава почвы и при интенсивном использовании снижение её плодородия вплоть до полной стерилизации;

– подавляют жизнедеятельность полезной почвенной микрофлоры, в результате чего возникает химическое уплотнение почвы, гербициды способны усиливать эрозию почвы;

– длительное применение гербицидов с узким спектром действия увеличивает засоренность полей сорняками;

– действуют на генетические системы сельскохозяйственных культур, вызывая различные мутации, что может привести к преждевременному вырождению сортов, способны снижать полевую всхожесть семян, рост и развитие растений, многие нарушают процесс фотосинтеза, оказывают отрицательное влияние на симбиоз высших растений с клубеньковыми бактериями и др.

Причинами загрязнения окружающей среды пестицидами и их негативных последствий являются: нарушение технологий их применения (несоблюдение норм расхода, сроков и кратности обработки, сроков уборки урожая после обработки пестицидами, без учёта скорости ветра, температуры воздуха), условий хранения, обезвреживания, утилизации или захоронения пришедших в негодность ядохимикатов, а также в результате стока поверхностных или дренажных вод с угодий, обработанных пестицидами, недостаточного обновления технической базы защиты растений.

Складские помещения, используемые для хранения ядохимикатов, в том числе и запрещённых к применению, зачастую находятся в аварийном состоянии либо не приспособлены для этих целей (рис. 5.10 и 5.11). Приспособленные помещения часто располагаются в зонах населённых пунктов, водоохраных зонах, зонах затопления. В результате нарушения условий хранения может наблюдаться нарушение целостности тары (упаковки), а также смыв опознавательных надписей. Также наблюдаются случаи деформации бочек и возгорания химически агрессивных пестицидов. Многие хозяйства не располагают специализированными площадками для протравливания семян.



Рис. 5.10. Склад пестицидов в аварийном состоянии



Рис. 5.11. Нарушение условий хранения пестицидов

Низкое качество обработки сельскохозяйственных культур является следствием большой неравномерности расхода рабочей жидкости различными типами распылителей, установленными на штанге; подтеканий; низкой надежности работы манометра, насоса; несоблюдения ориентации распылителей по отношению к поверхности почвы и направлению движения агрегата; отсутствия маркерных устройств, без чего нельзя правильно выдержать стыковые проходы.

Насчитывается более 70 факторов, влияющих на эффективность защитных работ, проводимых опрыскивателем, из них: по препаратам и рабочим жидкостям – 16, по обрабатываемому объекту и метеорологическим условиям – 18, эксплуатационным и технологическим параметрам обработки – 37.

Наиболее приемлемым, с точки зрения экологии, методом защиты сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней и сорняков является **интегрированная система защиты растений** – комплекс агротехнических, химических, биологических, селекционно-генетических, карантинных и других методов с учётом особенностей возделываемых культур и конкретных почвенно-климатических условий.

Агротехнический метод. Внесение органических удобрений положительно влияет на детоксикацию вносимых препаратов. Органические вещества адсорбируют вносимые препараты и тем самым снижают нагрузку на микрофлору. Кроме того, они являются источником ферментов и веществ, катализирующих процесс трансформации пестицидов.

Своевременно проведённая зяблевая вспашка является эффективным способом борьбы с многолетними сорняками, вредителями и болезнями. К профилактическим мероприятиям, сдерживающим увеличение засоренности полей многолетними сорняками, относится послеуборочное лущение стерни. Послеуборочным лущением в значительной мере уничтожаются также оставшиеся в пожнивных остатках, на сорняках и поверхности почвы яйца, личинки, куколки вредителей и возбудители болезней. Большая роль в улучшении фитосанитарного состояния пахотных земель принадлежит полупаровой обработке почвы, когда помимо лущения стерни и вспашки, проводятся две дополнительные культивации по мере нарастания сорняков. Борьбе с сорняками также способствует

проведение рыхления междурядий и окучивание пропашных культур, ранневесеннее боронование озимых зерновых и другие приёмы обработки почвы.

Установлено, что известкование увеличивает скорость разложения гербицидов. Своевременное проведение в хозяйствах сортообновления и сортосмены, соблюдение условий хранения семян, клубней картофеля защищают культуры от болезней и вредителей.

Проведение противоэрозионных мероприятий позволяет сократить потери почвы в 5–10 раз и резко уменьшить загрязнение окружающей среды.

Химический метод. Экологизация в применении ХСЗР предполагает чередование препаратов из различных классов соединений во избежание привыкания к ним вредных организмов, а также накопления препаратов в объектах окружающей среды; строгое выдерживание регламентов применения ХСЗР (нормы расхода, сроки и кратности обработок); использование рекомендованного ассортимента пестицидов в разрезе каждой защищаемой культуры (для республики – последнее издание «Государственного реестра средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешённых к применению на территории Республики Беларусь»); рационализация приёмов применения пестицидов (краевые обработки, малообъёмное и ультрамалообъёмное опрыскивание и др.).

В дальнейшем необходимо создавать новые пестициды, малотоксичные для человека, животных и других полезных организмов; быстроразлагающиеся в почве, воде, атмосфере и в организмах теплокровных животных с образованием продуктов, безопасных для человека, животных и культурных растений; не накапливающиеся в организмах человека, животных, птиц и гидробионтов; не обладающие отдалёнными отрицательными последствиями для человека, животных и других живых организмов при систематическом длительном применении.

Необходимо усилить контроль за выполнением положения о запрете применения в водоохранных полосах (зонах) в пределах прибрежной полосы высокотоксичных ядохимикатов, авиаобработок, оборудования или наличия складов пестицидов, мест заправки опрыскивателей, приготовления рабочих растворов ядохимикатов и т. д.

Совершенствование конструкции машин для внесения пестицидов должно идти по типу создания самоходного широкозахватного опрыскивателя «Роса-05» (рис. 5.12). Также необходимо разработать устройство автоматического согласования расхода пестицида

со скоростью движения опрыскивателя. В определённых условиях допускается использование для проведения пестицидных обработок легких малогабаритных самолётов и моторных дельтапланов.



Рис. 5.12. Опрыскиватель «Роса-05»

Биологический метод. Соблюдение научно обоснованного севооборота с улучшенной структурой посевных площадей является самым доступным и дешёвым методом борьбы с вредными организмами. Выращивание в севообороте культур более конкурентоспособных по сравнению с сорняками (озимые зерновые, озимый рапс, редька масличная, смеси однолетних трав на зелёный корм и др.), а после их уборки промежуточных культур снижает засоренность посевов. В густых посевах на поверхности почвы резко падают освещённость, температура, увеличивается влажность, что препятствует размножению вредителей и сорняков. Корневые выделения крестоцветных культур, особенно редьки масличной, выводят с поля пырей. Выращиванию растений на зелёный корм способствует подкашивание сорняков до цветения.

Одним из направлений биометода является использование полезных насекомых и клещей (энтомофагов) в борьбе с вредными. Энтомофаги представлены в природе хищниками, питающимися вредителями (божьи коровки, златоглазки, жужелицы, мухи-журчалки, муравьи), и паразитами, живущими до достижения

взрослой стадии внутри или на теле одной особи вредителя и питающимися ею (трихограммы (рис. 5.13), бракониды, теленомусы и др.). Для защиты растений применяется более 170 видов энтомофагов, но только 30 из них охватывают более 90 % мирового рынка. В теплицах в борьбе с паутинным клещом используют хищного клеща фитосейулюса, для борьбы с тлями – златоглазку, с белокрылкой – хищного клопа макролофуса; против капустной совки и яблонной плодовой гусеницы осуществляют выпуск трихограммы и др. Известная нам семиточечная божья коровка в день уничтожает до 150 особей тли, более мелкие виды – до 60. Будучи личинками, жуки уничтожают за весь период до 800 этих насекомых, а за жизненный цикл – более 4 000. Осенью божьи коровки сохнут, теряя воду, и вырабатывают антифриз – глицерин и сахар. Зимуют они большими плотными скоплениями под камнями, в лесной подстилке, под корой и в дуплах деревьев. Осенью жуков собирают и на вес продают садоводам и огородникам. В борьбе с сорняками (в основном паразитными) используют растительноядных насекомых (гербифагов): мушку-фитомизу (рис. 5.14) для уничтожения заразихи, штаммы гриба альтернария против повилики и др.

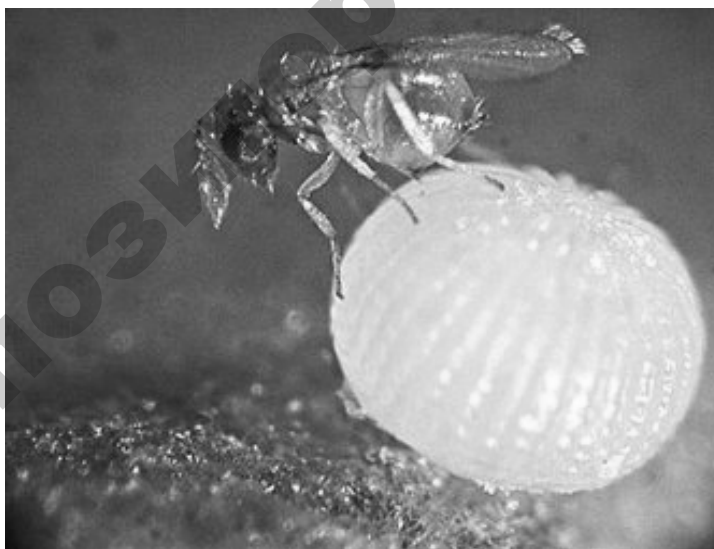


Рис. 5.13. Трихограмма нашла яйцо хозяина



Рис. 5.14. Мушка-фитомиза

Использование энтомофагов ограничено из-за больших затрат на производство живых организмов, трудности регулирования естественного размножения организмов в природных условиях на ограниченной территории и др. Поэтому необходимо проводить мероприятия по охране местных энтомофагов, например, посев вблизи сельскохозяйственных угодий нектароносов для подкормки взрослых паразитов, применение инсектицидов в сроки, безопасные для энтомофагов и т. д. В Германии на солнечных, защищённых от непогоды местах из веток, пней, стружки создают «отели» для насекомых.

В последнее время большое внимание уделяется разработке и применению биопрепаратов (биопестицидов) в борьбе с вредителями и возбудителями болезней сельскохозяйственных культур, для которых используется ряд бактерий, грибов и вирусов.

Большинство промышленных штаммов бактерий относится к роду *Bacillus*. Особи *Bacillus thuringiensis* токсичны для бабочек, жуков, двукрылых и др. В Беларуси на основе штаммов этого рода создан биопрепарат бацитурин для защиты огурца и томата закрытого грунта от паутинного клеща, картофеля – от колорадского жука, моркови – от морковной листоблошки.

Существует более 500 видов грибов, заражающих насекомых и клещей. Больше всего полезных для человека видов относится к дейтеромицетам и фикомицетам. Микробиологические препараты

из грибов используют для борьбы с болезнями культурных растений, вызванными бактериями и вирусами. Эффективность грибов сильно зависит от влажности и температуры, поэтому биопестициды, созданные на их основе, в основном применяются против вредителей в теплицах и оранжереях.

Считается, что будущее в борьбе с вредными насекомыми принадлежит вирусным биопрепаратам. Среди вирусов, возбудителей болезней насекомых, большое значение принадлежит бакуловирусам. Бакуловирусы – это двухцепочечные ДНК-вирусы. Представители трёх групп бакуловирусов: вирусы ядерного полиэдроза (ВЯП), вирусы гранулёза (ВГ) и фильтрующиеся вирусы заражают поедających их насекомых и используются как биопестициды.

Фитогербициды (биогербициды) – фитотоксины растений, применяемые для борьбы с сорняками. Также ведутся разработки разных биологических препаратов для протравливания семян.

Биологические средства защиты гораздо менее опасны, чем пестициды, но и они могут нарушить равновесие в агробиоценозе, поэтому применение их должно быть строго регламентировано.

Биометод предполагает применение в борьбе с вредителями различных ловушек с использованием феромонов (половых аттрактантов) – химических соединений, выделяемых организмами во внешнюю среду, а также ловушек различного цвета, например, для рапсовой блохи ловушка жёлтого цвета в виде контейнера, заполненного водой. Натянутая сверху проволочная сетка препятствует попаданию в ловушку полезных насекомых. Некоторые цвета действуют на вредителей как приманка.

С успехом можно использовать фитонцидные свойства различных культур (аллелопатию), например, чередование рядов моркови и лука на одной грядке для борьбы с луковой и морковной мухами. А также применение против вредителей и болезней различных растительных экстрактов, настоев из вегетативных органов разных растений: настой луковой чешуи (200 г на 10 литров воды) против паутинного клеща; ботвы картофеля (1,2 кг на 10 л воды) против тли и т. д. Возделывание репеллентных культур (шалфей, чеснок и др.) в овощных посевах уменьшает количество вредных насекомых.

Селекционно-генетический метод направлен на выведение сортов, устойчивых к болезням, вредителям, полеганию. В Беларуси имеются сорта озимой ржи, пшеницы, ячменя, озимого тритикале, устойчивые к полеганию. С этой же целью практикуется выращивание «усатых» и «листочковых» сортов гороха. Выведены

и используются сорта картофеля, устойчивые к картофельной нематоде, фитофторе, вирусным болезням; зерновых культур – к снежной плесени, корневым гнилям и т. п.

Физический метод. С целью снижения загрязнения окружающей среды ядохимикатами в последние годы разработан альтернативный способ обработки семян низкоэнергетическими электронами (*физическое обеззараживание*). Энергия электронов рассчитана таким образом, что они внедряются только в оболочку зерна, не затрагивая зародыша, и отдают свою кинетическую энергию. При этом уничтожаются возбудители болезней, находящиеся на поверхности или внутри зерновой оболочки.

Разумное использование пестицидов с учётом экономического порога вредоносности для каждого вида вредного организма не предполагает полного уничтожения вредителей и сорняков, а ставит цель поддержания их численности на таком уровне, который не приводит к ощутимым экономическим потерям.

5.7 Экологические проблемы механизации сельскохозяйственного производства

Современное сельское хозяйство невозможно представить без средств механизации, которые значительно облегчают труд человека, способствуют росту его производительности и эффективности. Но вместе с тем применение техники в аграрном производстве имеет и отрицательные экологические последствия.

Негативное влияние механизации сельского хозяйства на окружающую среду заключается в механическом, химическом и акустическом воздействии, несовершенстве сельскохозяйственной техники.

Механическое воздействие при механизации сельскохозяйственного производства заключается в переуплотнении почвы, создании «плужной подошвы», разрушении структуры почвы и минерализации органического вещества при интенсивной обработке на высоких скоростях, выносе почвы на рабочих органах сельскохозяйственных машин и с недостаточно очищенной сельскохозяйственной продукцией за пределы поля, сносе перемолотой почвы водой и ветром (развитии эрозионных процессов), гибели диких животных во время проведения сельскохозяйственных работ.

В процессе возделывания культурных растений тяжёлая энергонасыщенная техника многократно проходит по полю, особенно

при выращивании картофеля, вызывая уплотнение почвы. В весенний период почва переуплотняется под действием ходовых систем техники на глубину более 50–60 см.

Слой почвы считается уплотнённым, если в нём уменьшается объём пор по сравнению с ниже- и вышележащими пластами. В уплотнённых почвах ухудшаются воздушный, водный, пищевой режимы, подавляется полезная микрофлора, увеличивается опасность возникновения эрозионных процессов. Уплотнение препятствует проникновению в почву корней растений, отрицательно сказывается на всходах растений, ведёт к увеличению удельного сопротивления почвы, а значит, к перерасходу топлива. Ухудшение крошения переуплотнённой почвы способствует образованию глыб. В итоге урожайность зерновых снижается до 20 %, картофеля – до 40–50 %. Кроме того, в уплотнённых почвах увеличивается подвижность тяжёлых металлов, что создает угрозу накопления их в продукции растениеводства.

Мероприятия по борьбе с переуплотнением почвы делятся на организационно-технические, агротехнические и технические.

Организационно-технические меры включают: внедрение широкозахватной техники (18–24-метровые опрыскиватели, 9-метровые бороновальные агрегаты и др.); применение комбинированных агрегатов (АППА-4, «Рапид», «Амазония» и др.), выполняющих за один проход по полю не только несколько операций по подготовке почвы, но и посев; разумное сочетание отвальной, безотвальной, минимальной обработки почвы при использовании химических и биологических способов борьбы с сорняками; использование технологической колеи – при уходе за посевами (подкормка, химпрополка и др.) трактор проходит по собственному следу; рациональная организация движения при выполнении производственных и транспортных работ; соблюдение установленной скорости движения техники; использование комбайнов на гусеничном ходу при уборке переувлажнённых участков (они создают в два раза меньше давление на почву, чем колесные).

Агротехнические меры борьбы направлены на улучшение структуры почвы путём внесения органических удобрений, посева многолетних бобовых трав, зернобобовых культур, известкования кислой почвы; обработку почвы в состоянии физической спелости, не пересохшую и не переувлажнённую; разуплотнение почвы путём глубокого рыхления пахотного и подпахотного горизонтов; выращивание сельскохозяйственных культур с глубоко проникающей стержневой корневой системой (рапс).

Технические меры предусматривают: конструирование машин с малым удельным давлением на почву путём использования высокопрочных и лёгких металлических профилей и сплавов; применение машинно-тракторных агрегатов на пневматических гусеницах, шинах низкого давления, широкопрофильных шинах; использование сдвоенных колес. Для снижения давления на почву сельскохозяйственные машины снабжают системами регулировки давления в шинах.

Самоходный опрыскиватель «Роса-05» имеет уникальные колёса с шинами-оболочками сверхнизкого давления (до 0,015 МПа), позволяющими работать на переувлажнённых почвах. Бобруйское ОАО «Белшина» выпускает шины для сельхозтехники со специальным рисунком протектора, который позволяет трактору хорошо двигаться как по размытому дождём полю, так и по дороге с твёрдым покрытием. «Узор» обеспечивает хорошую самоочищаемость шины, её тягово-сцепные свойства. Шина также оказывает низкое удельное контактное давление на почву. Трактор Challenger MT 865C мощностью 583 л. с. имеет резиновые гусеницы.

Ежегодное проведение отвальной вспашки на одинаковую глубину ведёт к образованию уплотнённого слоя на границе регулярно обрабатываемого глубокого горизонта, так называемой «плужной подошвы», из-за которой нарушаются водный, воздушный и тепловой режимы почвы. Корневая система растений располагается в верхней части пахотного слоя и зачастую страдает от недостатка влаги. Образованию «плужной подошвы» в значительной степени способствует давление в борозде, усиленное буксованием, и вибрация ведущих колес. «Плужная подошва» ведёт к медленному высыханию зяби или к слишком высокой влажности почвы при уборке, а также препятствует разложению жидких органических удобрений. Уплотнённые слои почвы образуются и после прохода культиваторных и других плоских рыхлительных лап.

С целью борьбы с машинной деградацией почвы актуально внедрение бесплужной (безотвальной) обработки почвы и прямого посева. На тяжело- и среднесуглинистых почвах вспашка должна проводиться ежегодно, на легкосуглинистых – один раз в два года, супесчаных и песчаных – один раз в четыре года, в остальных случаях возможно проведение минимальной (чизельной) обработки. Более высокая эффективность безотвальных обработок наблюдается в засушливые годы. Во влажные годы при таких обработках посева могут страдать от повышенной засоренности. Минимализация обработки почвы должна решаться с учётом биологических

особенностей культуры при условии отсутствия многолетних сорняков. В хозяйствах Мозырского района безотвальная обработка с осени осуществляется за один проход. Урожай кукурузы при этом в 2011 г. составил 89,4 ц/га зерна.

Прямой посев рекомендован под пожнивные и поукосные посевы, озимые зерновые и крестоцветные на зелёную массу, редьку масличную, при подсевах трав в дернину на супесчаных и песчаных почвах.

Наиболее эффективной является комбинированная система обработки в севообороте (50 % вспашки и 50 % чизелевания). При традиционной вспашке предпочтение следует отдавать оборотным плугам, осуществляющим гладкую вспашку.

Развитие машин для глубокой безотвальной обработки направлено на минимализацию числа проходов техники по полю, т. е. на создание таких агрегатов, которые сочетали бы в себе дискатор, лаповый культиватор (чизель), прикапывающее устройство. Машина Cultiplow 52 за один проход проводит разрушение плужной подошвы, безотвальное рыхление на глубину от 15 до 50 см и при необходимости выравнивает поверхность почвы.

Для некоторых видов животных и птиц поля и сельскохозяйственные угодья являются местом обитания. Скашивание трав, уборка зерновых и другие сельскохозяйственные работы приводят к гибели дичи, разрушению нор, логовищ и гнёзд. Так, при сенокосении гибнет 30–50 % гнёзд куропаток с яйцами, перепела, тетерева, коростели. Применение широкозахватной высокопроизводительной техники лишает их возможности своевременно скрыться, избежав гибели. Животные затаиваются и гибнут под рабочими органами техники или становятся лёгкой добычей для хищников.

Для предотвращения гибели животных во время проведения сельскохозяйственных работ необходимо: за 1–2 дня до косьбы установить различные пугала, подвешивать ленты из станиоля для отпугивания дичи; сенокосение проводить, когда сойдёт роса, последнюю полосу (6–10 м) или центральный участок докашивать на следующий день, когда дичь уйдёт; использовать различные отпугивающие устройства, укрепляемые на косилках, жатках и других сельскохозяйственных машинах перед секциями ножей (штанги, цепи, «салазки», стальные прутья и т. д.); применять технологию косьбы трав и уборки зерновых в «разгон», начиная косовицу от центра поля к периферии; практиковать обязательное наличие лесополос в центре крупного поля.

Химическое воздействие механизации заключается в загрязнении атмосферы, почвы, водоёмов химическими веществами, образующимися при работе двигателя, проведении технических уходов, консервации техники, неправильном хранении списанной техники; промывке карбюраторов и др. (рис. 5.15). Эксплуатация сельскохозяйственной техники обуславливает загрязнение почв и вод жидкими нефтепродуктами, горючим и маслами, которые поступают в среду вследствие утечки топлива из двигателей, гидросистем при транспортировке и заправке машин, при хранении горючесмазочных материалов (ГСМ), в местах ремонта техники и т. д.



Рис. 5.15. Загрязнение окружающей среды на машинном дворе

Дизельные двигатели лучше карбюраторных по содержанию в отработанных газах СО и свинца, но по другим компонентам (сажа, бенз(а)пирен, альдегиды), приходящимся на 1 кг сгоревшего топлива, дизельные двигатели уступают карбюраторным.

Токсичность нефтепродуктов и выделяющихся из них газов определяется сочетанием углеводородов, входящих в их состав (особенно опасны ароматические углеводороды, обладающие канцерогенными свойствами). Попадание жидких нефтепродуктов в воду ведёт к изменению её запаха, вкуса, окраски, вязкости, уменьшению содержания кислорода, ввиду образования на поверхности плёнки, появлению вредных органических веществ, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу не только

для рыб и зоопланктона, но и для человека. Загрязняя почву, нефтепродукты изменяют состав гумуса, ухудшают азотный режим, уменьшают содержание подвижных форм фосфора и калия. Почвы теряют способность впитывать и удерживать влагу, гибнет микрофлора, снижается содержание кислорода. Под влиянием нефтепродуктов у растений наблюдается замедление роста, появление хлорозов, некрозов, нарушение функции фотосинтеза и дыхания.

Потери ГСМ можно предотвратить проведением своевременного и полного техосмотра и ремонта оборудования, устранением утечек топлива, использованием при заправке машин шлангов, снабжённых пистолетами. Резервуары для хранения ГСМ должны быть выкрашены в светлый цвет для сокращения потерь при испарении бензина. Для снижения загрязнения воздуха выхлопными газами необходимо совершенствовать конструкцию двигателей, своевременно проводить их техническое обслуживание и регулировку. Машинный двор должен иметь специальные площадки для очистки техники и наружной мойки, для хранения металлолома и утильных шин, для хранения техники (рис. 5.16). Одна из функций системы точного земледелия – установка на технику навигационных терминалов с расходомерами топлива. Приборы учёта топлива ведут не только к его экономии, но и предотвращению загрязнения им окружающей среды.



Рис. 5.16. Экологически правильная организация территории машинного двора

Акустическое воздействие механизации проявляется в звуковом (шумовом), инфра- и ультразвуковом загрязнении, которое нарушает жизнедеятельность насекомых, животных и человека. Уровень шума свыше 130 дБ (децибел) вызывает у механизаторов акустические травмы, что приводит к поражению слуха, нарушению нервной и сердечно-сосудистой систем, повышению утомляемости. В животноводстве интенсивность шума может достигать 70 дБ, на птицефабриках – 75–100 дБ. Под воздействием шума у коров повышается температура тела, учащается пульс, дыхание, снижается частота движения рубца, жвачка становится редкой, происходят изменения в крови, усиливается нервная возбудимость и в результате снижаются надой молока. У птиц на крупных птицефабриках наблюдается «шумовая истерия». Повышенный шум вызывает у кур стресс: они начинают усиленно махать крыльями, травмируя друг друга.

Борьба с шумом проводится путём оборудования звукоизоляции, использования механизаторами наушников, совершенствования технологических процессов на крупных животноводческих комплексах, птицефабриках, производства техники, которая бы не создавала высокие уровни шума, посадки зелёных насаждений возле источника шума и др.

На механизаторов воздействует не только шум мотора, но и общая локальная низкочастотная вибрация. Она оказывает сильное влияние на позвоночник человека, вызывая остеохондрозы, хондриты, радикулиты. Вибрация достигает высоких значений в силу специфики работы: пахота, посев, движение по неровной поверхности, по бездорожью. При работе двигателя трактора возникает инфразвук. Его действие на головной мозг может вызывать у человека чувство радости или эйфории, угнетения или депрессии.

Источником электромагнитного излучения являются электрооборудование, зажигание, управление. Электромагнитное поле распространяется в окружающей среде со скоростью почти равной скорости света, вызывая при этом нарушения жизненного цикла насекомых и животных, нарушение функции нервной системы животных и человека, физиологических процессов у растений. Импульсы электромагнитного поля вызывают мутагенный эффект и нарушение терморегуляции.

Несовершенство сельскохозяйственной техники является причиной загрязнения окружающей среды минеральными удобрениями, пестицидами, жидкими нефтепродуктами, газами, источником повышенного шума и др. Мировое земледелие требует высокоточной техники, например, допускаемая неравномерность распределения азотных удобрений не должна превышать 10 %.

В Европе ужесточены экологические требования к тракторам и введён в действие стандарт Stage IV. Для контроля за внесением удобрений на разбрасывателях применяются электромагнитные, звуковые, инфракрасные и лазерные датчики, которые позволяют нарисовать весьма точную картину того, куда именно и в каком количестве упали частицы минеральных удобрений. Настраивать и калибровать разбрасыватель с помощью электроники можно из кабины трактора. Самоходный опрыскиватель UNIPORT 2500 STAR (Бразилия) имеет размах штанг 24 м и может быть дооборудован GPS-Trimble с системой автопилотирования для точного вождения опрыскивателя по полю даже без участия водителя.

В Беларуси создана машина МХС-10 (машина химизации самоходная) для транспортировки и высококачественного внесения известковых материалов и твёрдых минеральных удобрений, которой нет аналогов в мире. Комплексом агротехнических средств «Роса» для точности применения вносимых агрохиммелиорантов на обрабатываемом поле используется аппаратура спутниковой навигации GPS. Также «Роса» может работать с пробоотборником почвы Nietfeld (Германия) для учёта плодородия почвы в системе точного земледелия.

5.8 Экологические проблемы животноводства

Животноводство является одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха, воды, почвы (рис. 5.17). Один только свиноводческий комплекс на 100 тыс. голов или комплекс крупного рогатого скота на 35 тыс. голов могут дать загрязнение, равное загрязнению окружающей среды, производимому крупным промышленным центром с населением 400–500 тыс. человек.



Рис. 5.17. Животноводческие фермы как источник загрязнения окружающей среды

Животноводческие фермы, и особенно крупные животноводческие комплексы, способствуют загрязнению атмосферного воздуха аммиаком, метаном и другими газами, пылью, микроорганизмами, специфическими запахами.

По данным ФАО – Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций – объём выбросов парниковых газов (в пересчете на CO_2) в животноводстве на 18 % превышает показатели транспорта. На долю животноводства приходится 9 % всего объёма выбросов углекислого газа, связанного с антропогенной деятельностью, 65 % выбросов закиси азота, 37 % выбросов

метана и 64 % выбросов аммония, который является причиной выпадения кислотных дождей.

В атмосферном воздухе вокруг крупных животноводческих комплексов на расстоянии 100–500 м может находиться до 21–30 тыс./м³ микроорганизмов, в том числе значительное количество пыли. Загрязнённый воздух, содержащий массу условно-патогенной микрофлоры, не только рециркулирует из одного помещения в другое, но и распространяется на расстояние до 3 км вокруг комплекса, представляя определённую опасность для человека.

К сильнопахнущим газам относятся соединения амидов, спиртов, фенолы, метан и др. (свыше 45 различных веществ). Эти запахи могут ощущаться при сильном ветре на расстоянии до 10 км, особенно от свинокомплексов. Население, проживающее недалеко от таких комплексов, часто страдает от головных болей.

Для хранения больших объёмов стоков строятся открытые хранилища, где при постоянном контакте с воздухом создаётся воздушный слой, заполненный газообразными испарениями стоков (аммиаком, молекулярным азотом и др.), способными при соответствующей температуре и направлении ветра перемещаться на значительные расстояния.

Быстрота рассеивания загрязнений в атмосфере зависит не только от количества примесей, силы и направления ветра, но и от характера местности, наличия зелёной защитной зоны и других факторов. К примеру, лесозащитная зона шириной 300 м снижает бактериальную обсеменённость атмосферы на расстоянии 1 км от комплекса в 3–4 раза.

С целью защиты атмосферного воздуха необходима разработка высокоэффективного, надёжного и экономного оборудования, позволяющего резко снизить выброс вредных соединений во внешнюю среду.

Для защиты населённых пунктов, водных источников и окружающей среды от выбросов животноводческих комплексов необходимо иметь санитарно-защитную зону. Для свиноводческих комплексов мощностью 54–108 тыс. голов годового откорма она должна быть не менее 3–5 км, для комплексов крупного рогатого скота на 10 тыс. голов – 3 км, для птицеводческих комплексов на 400–500 тыс. кур – 2,5 км. Целесообразно размещать комплексы у естественных лесных массивов, укреплять поверхность почвы на его территории посевом многолетних трав.

По границам территории комплекса, вокруг зданий, мест забора воды, утилизации навоза, ветеринарных объектов, кормоцехов и других объектов необходимо размещать зелёные насаждения. Площадь их должна составлять не менее 10–15 % площади животноводческих помещений. Лучше всего задерживают пыль и выполняют роль биологических фильтров вяз, тополь канадский и бальзамический, липа мелколистная, клен ясенелистный, из кустарников – сирень и бузина.

В борьбе с пылевой загрязнённостью и бактериальной обсеменённостью воздушной среды в помещениях эффективно использование ультрафиолетовых ламп, биофильтров для удаления запахов, вентиляции. Улучшение рациона животных позволит снизить внутрижелудочную ферментацию и уменьшить последующие выбросы метана.

Основными источниками загрязнения почвы и воды являются навоз, моча, техническая вода и дезинфицирующие средства, используемые на ветеринарно-санитарные мероприятия.

В килограмме навоза может содержаться до 170 миллионов микроорганизмов, в том числе и патогенных. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), навоз может содержать более 100 видов возбудителей болезней животных, в том числе опасных для человека (сальмонеллёз, ботулизм, столбняк и др.). Особо опасен жидкий навоз, где не происходит его биотермического обеззараживания. Кроме того, в навозе и навозных стоках содержатся яйца гельминтов. Болезнетворные микроорганизмы, попадая вместе с навозом в почву, могут вместе с продукцией растениеводства поступать в пищу человека или с растительными кормами в организм животных. Заболевания животных всё чаще поражают и людей.

Особо остро стоит проблема хранения, рациональной переработки и использования бесподстилочного навоза. Большинство животных в сельском хозяйстве Беларуси содержатся на крупных комплексах, где технологией не предусмотрено применение подстилки. При удалении навоза гидросмывом происходит значительное разбавление его водой, при этом объём образовавшихся навозных стоков в 5–9 раз превышает количество исходного навоза. Бесподстилочный навоз представляет собой смесь жидких и твёрдых экскрементов животных с примесями воды и корма.

Использовать такой навоз сразу на удобрение не всегда возможно, поэтому его хранят в специальных хранилищах, биологических прудах. Жидкие стоки, используемые в качестве органических удобрений без предварительного обеззараживания, вызывают интенсивное бактериальное заражение почвы.

Бесподстильный навоз служит источником загрязнения окружающей среды не только при неправильном хранении (отсутствии очистных сооружений, в навозохранилищах без обваловки, при недостаточном объёме прудов-накопителей и др.), но и при нарушении технологии внесения его в качестве удобрения под различные сельскохозяйственные культуры. В результате этого повышается содержание нитратного азота в почве, ухудшается качество растениеводческой продукции. При ежегодном внесении его в больших количествах на одних и тех же земельных участках может ухудшиться санитарное состояние почвы, происходит накопление магния, калия, кальция, натрия, тяжёлых металлов, ионов хлора и сульфатов, что отрицательно сказывается на химических и физических свойствах почвы и даже может привести к её засолению.

Для нужд животноводства постоянно тратятся огромные запасы воды: например, на производство 1 м³ молока требуется 5 м³ воды, 1 т мяса – 20 тыс. м³. Санитарно-гигиенические условия на фермах также в основном поддерживаются с помощью воды. В то же время животноводство является значительным загрязнителем воды. Даже сброс небольших доз неочищенных навозосодержащих сточных вод от животноводческих ферм и комплексов в водоёмы вызывает массовые заморы рыбы. Биогенные макро- и микроэлементы способствуют эвтрофикации природных вод. Неправильное хранение и бессистемное использование бесподстильного навоза, навозных стоков создает реальную опасность загрязнения грунтовых вод и колодцев нитратами. Речные и озёрные воды загрязняются из-за нерегулируемых водопоев животных, когда часть экскрементов попадает в воду.

Существует мнение, что именно сельскохозяйственные животные являются основным наземным источником фосфоро- и нитрогенного загрязнения Южно-Китайского моря, что ведёт к потере биоразнообразия в его морских экосистемах.

Для снижения негативного влияния бесподстильного навоза на окружающую среду необходимо осуществление следующих мероприятий.

При выборе места для размещения животноводческого комплекса должны быть обоснованы возможности для утилизации навоза и производственных стоков с учётом природоохранных требований. Нельзя строить животноводческие комплексы в природоохранных зонах рек и озёр, в пониженных местах, на землях с уровнем залегания грунтовых вод выше 1–1,2 м от поверхности. Размеры крупных животноводческих комплексов должны быть оптимизированы с учётом соотношения численности животных и удобряемой площади (2–3 условные головы крупного рогатого скота на 1 гектар). Нецелесообразно строительство комплексов по откорму крупного рогатого скота свыше 3–5 тыс. голов, свиноводческих – свыше 24–27 тыс. голов, молочных комплексов – свыше 400–600 голов.

С целью снижения выхода жидких навозных стоков в Беларуси запрещено строительство комплексов с системами навозоудаления на гидросмыве, разрешено использовать механические или само-течно-сплавные системы непрерывного действия (рис. 5.18; 5.19).



Рис. 5.18. Лагуна для навоза



Рис. 5.19. Механическое удаление навоза

Для предотвращения загрязнения окружающей среды бесподстильным навозом необходимо соблюдать дозы, сроки и способы его внесения на основании учёта свойств и плодородия почвы, рельефа, биологических потребностей культуры в питательных элементах на планируемый урожай.

Дозы внесения жидкого навоза под сельскохозяйственные культуры определяются по азоту и дифференцируются в зависимости от типа и гранулометрического состава почвы. Так, для дерново-подзолистых суглинистых почв предельная доза органического азота – 250 кг/га, супесчаных на морене – 230, супесчаных и песчаных на песках – 200, торфяно-болотных – 150 кг/га.

Примерные годовые дозы азота жидкого навоза составляют под озимые культуры – 100 кг/га, корнеплоды – 300, кукурузу – 250, картофель – 200, однолетние травы – 120, многолетние злаковые травы на сено – 200, улучшенные сенокосы и пастбища – 200 кг/га.

С целью предотвращения загрязнения продукции животноводства на лугопастбищных угодьях жидкий навоз вносят сразу после скашивания или стравливания, с тем, чтобы после внесения удобрений до очередного использования прошло не менее трёх недель. На сахарной, кормовой свёкле и других кормовых растениях внесение жидкого навоза запрещается за три недели до уборки, на продовольственном картофеле – после цветения, на овощах – в течение всего периода вегетации.

Хорошо отзываются на повышенные дозы бесподстильного навоза многолетние травы. Жидкий навоз можно использовать для компостирования с торфом, обработки разбросанной по полю соломенной резки после уборки зерновых культур с немедленной заделкой в почву. При осеннем внесении бесподстильного навоза для предупреждения поверхностного стока и инфильтрации необходимо высевать промежуточные культуры. Требуется разработка комплекса недостающих машин для погрузки, транспортировки и внесения жидкого и полужидкого навоза.

Для экономии воды и уменьшения стоков необходимо совершенствование автопоения, перевод его на низкое давление, замена сосковых и чашечных поилок одноуровневыми; внедрение рациональных технических средств для моечных работ.

Необходимо дальнейшее совершенствование очистки стоков, содержащих биогенные элементы, применение различных схем анаэробно-аэробной биологической очистки; использование

для обеззараживания осадка и активного ила биоэнергетических установок, на которых в процессе переработки отходов выделяется твёрдая фракция – шлам (используется как органическое удобрение), жидкая – обеззараженные стоки (удобрения, техническая вода), газообразная – биогаз (содержит 60–70 % метана), используется как топливо; разработка способов обеззараживания стоков с целью повторного использования осветлённых стоков на технологические нужды (мойка помещений, поголовья и т. д.) и др. (рис. 5. 20).



Рис. 5.20. Интегрированный животноводческий комплекс

В животноводстве активно применяются химические средства. Для сохранения и повышения качества кормов используются различные консерванты, небелковые азотсодержащие добавки, витамины, антиоксиданты, а также биологически активные вещества. Среди них имеются гормонально активные препараты, способные внести значительные изменения в биологические процессы у животных. Кормовые добавки имеют большое значение для продуктивности животных, однако их слишком высокая концентрация при передаче по трофическим путям может оказывать отрицательное воздействие на организм человека. Силосный сок при попадании в воду в больших объёмах ведёт к загрязнению грунтовых и поверхностных вод органическими веществами, азотом. Дезинфицирующие средства, применяемые для дезинфекции навоза, после попадания в почву способны угнетающе действовать на почвенную микрофлору.

Из лекарственных средств, применяемых для лечения и профилактики заболеваний животных, особенно опасны антибиотики, которые могут через продукцию животноводства попадать в организм человека, представляя угрозу для его здоровья. Остатки антибиотиков в пищевых продуктах могут вызвать аллергические реакции, дисбактериоз, подавление ферментов.

Кроме вышеуказанных проблем, в животноводстве требует решения и проблема утилизации трупов животных (рис. 5.21), других биологических отходов. Захоронение павших животных должно производиться в специально оборудованных местах – скотомогильниках (рис. 5.22).



Рис. 5.21. Несанкционированное захоронение павших животных



Рис. 5.22. Скотомогильник

С целью утилизации сырья животного происхождения, в Брестской области открыт завод по переработке отходов от убоя скота, птицы и переработки рыбы и получения на их основе мясо-костной муки, технического жира.

Стада скота способны вызвать крупномасштабную деградацию почвы в результате чрезмерного выпаса, вытаптывания и пастбищной эрозии. Перевыпас скота ведёт к уплотнению почвы и оголению поверхности пастбища, что усиливает испарение и приводит к засолению почв, во влажных районах способствует заболачиванию.

В связи с интенсификацией животноводства, внедрением механизации и автоматизации процессов кормораздачи, доения, удаления навоза и т. д. всё большее значение приобретает производственный шум. В условиях повышенного шума происходит снижение надоев молока у коров, уменьшение живой массы у цыплят.

На крупных животноводческих комплексах в результате высокой концентрации животных на ограниченной площади, отсутствия движения и т. д. может наблюдаться ухудшение здоровья животных, уменьшение их продуктивности и качества получаемой продукции.

Немецкая компания «Big Dutchman» менее чем через 20 лет видит свиноводство следующим: свобода передвижения, максимальный комфорт, практически полное отсутствие контакта с человеком, утилизация стоков. Станки оснащены автоматическими кормушками, которые выдают корма по требованию, позволяют вести мониторинг и выстроить индивидуальную кривую кормления для каждого животного. Интеллектуальная поилка замеряет количество потребляемой воды, подвижный пол позволяет автоматически убирать навоз. Очистка воздуха на ферме происходит перед попаданием в свинарник, что затрудняет проникновение патогенов. Исходящий воздушный поток фильтруется с помощью трёхуровневого очистителя. Очистка стоков производится технологией мембранной фильтрации, при которой выход чистой воды составляет около половины от изначального объёма стоков.

В Евросоюзе в последние годы появился ряд директив, направленных на гуманное содержание сельскохозяйственных животных: в 2012 г. вступили в силу новые нормы содержания кур-несушек, в 2013 г. – свиней, с 2015 г. – коров. По новым нормам они должны иметь свободу передвижения, изменены нормативы по освещённости помещений, температуре, вентиляции, влажности, содержанию

газов и уровню шума. Число стойл в коровнике на 10–15 % должно превышать поголовье, чтобы любое животное могло по желанию найти себе лежанку. Хирургические операции должны проводиться с применением обезболивания или анестезии. Комфорт оказывает значительное влияние на здоровье и продуктивность животных, качество продукции. Улучшение здоровья животных ведёт к снижению применения антибиотиков и других лекарственных средств.

5.9 Экологические последствия осушительной мелиорации в Республике Беларусь

Мелиорация (в переводе с латинского «улучшение») земель – деятельность, направленная на коренное улучшение земель с целью обеспечения создания и поддержания оптимальных водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв для сельскохозяйственных растений, лесов и иных насаждений, путём проведения мелиоративных мероприятий.

В зависимости от характера проведения мелиоративных мероприятий мелиорация земель подразделяется на следующие типы: *гидротехническая* (осушение, орошение, двустороннее регулирование водного режима почв); *агролесомелиорация* (создание защитных насаждений на сельскохозяйственных землях, оврагах, балках и берегах водных объектов); *культуртехническая* (уничтожение древесно-кустарниковой растительности, мха, кочек, корчёвка пней; уборка валунов и камней; первичная обработка почвы; агро-мелиоративные работы – организация поверхностного водного стока, в том числе планировка поверхности, землевание, узкозагонная вспашка, бороздование, профилирование, разуплотнение, глубокое безотвальное рыхление, щелевание, кротование почвы и др.; первичное залужение и перезалужение); *химическая* (солерегулирующие мероприятия – внесение минеральных удобрений, гипсование почв; кислоторегулирующие – известкование почв).

Экологически не обоснованная осушительная или оросительная мелиорация способна вызывать негативные изменения в окружающей среде.

При чрезмерном орошении может наблюдаться повышение уровня грунтовых вод, что может привести к заболачиванию, уменьшению

количества гумуса, ухудшению водно-физических свойств почвы, её уплотнению и засолению. Одним из видов эрозии является ирригационная, которая проявляется при нерациональном орошении сельскохозяйственных культур. Поэтому необходимо тщательно соблюдать нормы полива в зависимости от влажности почвы, использовать капельное и малообъёмное орошение.

В 70–80-е гг. XX в. на юге Беларуси было проведено крупномасштабное осушение болот. Сейчас в республике используется около 2,9 миллиона гектаров мелиорированных земель, на которых производится более трети растениеводческой продукции, около 70 % кормов. Так как большая часть коллекторно-дренажной сети изнашивается на 60 % и более, для предотвращения деградации земель она нуждается в реконструкции: чистке каналов, ремонте насосов и шлюзов, промывке дренажа и т. д. За 2011–2015 гг. такие работы проведены на 270 тыс. гектаров (рис. 5.23 и 5.24). Значительно обновилась техника для проведения мелиоративных работ, например, создана отечественная косилка для обкашивания каналов. Для мониторинга состояния почвы и мелиоративных систем используются данные космического спутника. Новейшие технологии, применяемые в мелиорации, позволяют обеспечить оптимальную увлажнённость почвы.



Рис. 5.23. Реконструкция мелиоративного канала



Рис. 5.24. Окашивание откосов канала

При планировании освоения Полесья не совсем точно провели оценку запасов органического вещества. Торфяные земли в основном засевали зерновыми и пропашными культурами. В результате интенсивной обработки почвы и под воздействием ветра уровень торфа местами осел на метр и более, почва постепенно превращается в низкобалльную. На отдельных участках на поверхность выступает песок. Происходит так называемая «сработка» торфа. В условиях Полесья при современном использовании торфяных земель под пропашные культуры метровая залежь торфа вырабатывается всего за 60 лет.

В ряде мест наблюдается значительное снижение уровня грунтовых вод на прилегающих территориях, обмеление рек и озёр. Дальнейшее снижение грунтовых вод приведёт к падению продуктивности деградированных сельскохозяйственных земель, нанесению урона лесным экосистемам, нарушению экологического баланса почвенных экосистем, изменению численности и видового разнообразия животных. На осушенных землях часто возникают пыльные бури, на выработанных торфяниках – пожары (рис. 5.25 и 5.26).



Рис. 5.25. Деграция торфяных почв



Рис. 5.26. Горение торфа под землёй

Широкомасштабная осушительная мелиорация Белорусского Полесья привела к изменению микроклимата близлежащих регионов. Уменьшилось количество осадков, нарушился сложившийся тепловой режим, в южных районах страны увеличилась площадь морозоопасных территорий.

Поэтому, при проектировании и строительстве мелиоративных объектов, необходимо изучение возможных экологических последствий изменения баланса подземных вод во времени, гидротехнического режима вод, речного стока, микроклимата, флоры и фауны. Перспективным является строительство осушительно-оросительных систем (двустороннего действия), позволяющих регулировать водный режим в зависимости от потребностей конкретного периода времени.

Деградация торфяных почв происходит в результате выработки торфяников, бесхозяйственного использования мелиорированных земель, разрушения мелиоративной сети.

На интенсивность минерализации торфяно-болотной почвы влияют климатические условия, водно-воздушный режим и характер сельскохозяйственного использования.

В засушливых условиях разложение органического вещества протекает значительно медленнее. Сочетание влажного климата и благоприятных температурных условий на территории Беларуси способствует интенсификации процессов минерализации.

В настоящее время в Беларуси утверждена стратегия сохранения и рационального использования торфяников. Разработаны мероприятия по предотвращению деградации земель при сельскохозяйственном использовании. Так, при удельном весе осушенных земель в составе сельхозугодий до 20 % на них располагают только луга, при 20–40 % допускается их использование в зернотравяных севооборотах. На почвах с мощностью торфа более метра допускается выращивание пропашных культур в севообороте с травами и зерновыми, с использованием промежуточных культур, так как наиболее интенсивное разложение торфа отмечается на почвах, не занятых растительностью.

Корневая система многолетних трав охватывает весь слой почвы, препятствует его распылению, дернина замедляет газообмен между почвой и прилегающим воздухом, а также снижает температуру почвы, что уменьшает активность микроорганизмов. Под многолетними травами также снижаются потери азота и риск проявления ветровой эрозии.

Темпы минерализации органического вещества торфяно-болотных почв можно регулировать изменением интенсивности механических обработок, заменяя вспашку периодическими поверхностными обработками с применением гербицидов. Одним из приёмов, снижающих интенсивность микробиологических процессов, является применение тяжелых болотных катков, что уплотняет почву и препятствует

свободному доступу кислорода. С целью иммобилизации подвижных форм азота, во избежание его непроизводительных потерь рекомендуется обогащать почву свежесобранной соломой или специально вносить ее в измельченном виде. Стабилизации органического вещества способствует известкование торфяно-болотных почв. При этом образуются не растворимые в воде гуматы кальция, способные закрепляться в почвенном слое. Положительное влияние на устойчивость торфяников оказывает внесение небольших добавок глинистых материалов типа монтмориллонита.

В отдельных местах с целью резкого замедления скорости деградации осушенных торфяников планируется трансформация истощенных земель в многолетние луговые угодья. Ранее осушенные торфяники используют и под новые виды сельскохозяйственных культур – клюкву и голубику.

Возвращению к жизни ранее осушенных болот способствует повторное заболачивание, если эти земли не используются в сельском, лесном хозяйстве или для добычи торфа. По проекту Программы развития ООН и Глобального экологического фонда «Торфяники-2» планируется оживить 8 осушенных болот на площади более 7 тыс. га. Болота – резервуар пресной воды, обеспечивающий устойчивое питание рек и озёр, поддерживающий уровень грунтовых вод. Неосушенные болота очищают атмосферу от углекислого газа и обогащают её кислородом. Значительная часть видов растений и животных, занесённых в Красную книгу Республики Беларусь, обитает преимущественно или только на болотных экосистемах: 32 % видов птиц, 30 % видов насекомых, 27 % растений, 33 % мхов.

5.10 Экологические проблемы энергетики

5.10.1 Энергетика как источник загрязнения в сельском хозяйстве

Доля потребления электроэнергии в АПК составляет почти 6 % от общего по стране. Любые крупные энергетические объекты оказывают значительное влияние на окружающую среду. Преобразование первичной энергии (ископаемое топливо, атомная энергия, энергия воды, ветра, солнца и др.) во вторичную происходит на атомных (АЭС) и тепловых электростанциях (ТЭС, ТЭЦ), гидроэлектростанциях (ГЭС), альтернативных источниках энергии.

Тепловая энергетика. При работе ТЭС продукты горения от сжигания топлива способствуют усилению парникового эффекта и выпадению кислотных дождей. ТЭС вместе с транспортом поставляют в атмосферу основную долю техногенного углерода, в основном в виде CO_2 , около 50 % двуокиси серы, 35 % окислов азота и около 35 % пыли. Использование органических видов топлива ведёт к газопылевому загрязнению атмосферы, почвы, растительности, поверхностных и подземных вод (рис. 5.27).



Рис. 5.27. Тепловая электростанция

Имеются сведения, что ТЭС в 2–4 раза сильнее загрязняют среду радиоактивными веществами, чем АЭС такой же мощности. В выбросах ТЭС содержится значительное количество цинка, свинца, никеля и других токсических соединений.

Снижению выбросов ТЭС способствует модернизация устаревшего оборудования, использование различного вида фильтров, более чистого топлива. Наиболее чистым топливом является природный газ, далее следует нефть (мазут), каменные угли, бурые угли, сланцы, торф. Использование мазута снижает выбросы золы, но практически не уменьшает количество оксидов азота и серы. За последнее пятилетие в хозяйствах Беларуси построено почти 500 новых зерноочистительно-сушильных комплексов с использованием природного газа вместо жидкого топлива. В настоящее время в республике строится много мини-ТЭЦ, работающих на местном топливе: древесной щепе, торфобрикетах,

любом твёрдом топливе вплоть до очищенного мусора. На 11 комбинатах хлебопродуктов установлены энергосберегающие котлы, работающие на зерноотходах.

Гидроэнергетика – наиболее экологически чистый и дешёвый способ производства электроэнергии. В мире ГЭС дают примерно 20 % необходимого электричества. Для строительства ГЭС на равнине необходимо строительство водохранилища, что в дальнейшем ведёт к подтоплению земель, расположенных вблизи него, гибели древесной растительности и заболачиванию почв. В результате заиливания равнинные водохранилища теряют свою ценность как энергетические объекты через 50–100 лет после их строительства. Испарение с поверхности водохранилища ведёт к понижению температуры воздуха, появлению тумана. Различие тепловых балансов водохранилища и прилегающей суши обуславливает формирование местных ветров (бризов). Иногда в зоне водохранилищ приходится менять направление сельского хозяйства, так как некоторые теплолюбивые культуры не успевают вызревать, увеличивается число болезней растений, ухудшается качество продукции.

Беларусь обладает значительным гидропотенциалом. В стране эксплуатируется 36 ГЭС. В настоящее время перспективно строительство небольших ГЭС на малых или больших реках без сооружения плотин – свободнопроточных. В Витебской области начато строительство каскада ГЭС – Полоцкой, Витебской, Бешенковичской, Верхнедвинской, суммарной мощностью 125–130 МВт (рис. 5. 28).

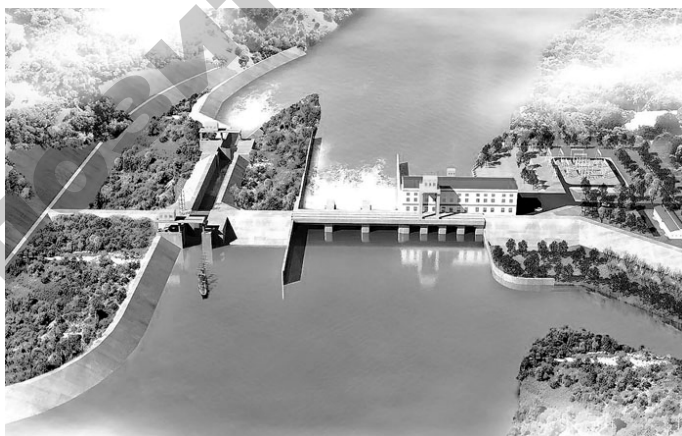


Рис. 5.28. Полоцкая ГЭС (проект)

Берега рек будут отделаны укрепленными склонами. Приняты технические решения, исключая возможность утечки смазки из механизмов в реку и образования пятен на поверхности воды, использованы энергосберегающие приводные агрегаты с передачами, не требующими замены масла, исключено применение химических составов при обледенении щитов. Планируется организация судоходства с использованием системы шлюзов.

Атомная (ядерная) энергетика. Атомная энергетика до 80-х годов XX в. рассматривалась как наиболее перспективная по запасам ядерного топлива и характеризовалась щадящим воздействием на среду. При нормальной работе АЭС выбросы радиоактивных элементов в среду крайне незначительны. После аварии на четвёртом блоке Чернобыльской (Украина) АЭС (ЧАЭС) 26 апреля 1986 года главную экологическую опасность АЭС стали связывать с возможностью аварий.

В результате аварии на ЧАЭС радиоактивному загрязнению подверглась территория в радиусе более 2 тыс. км, охватившая более 20 государств. Многие летучие продукты деления были обнаружены в Индии, а позже в Арктике и Гренландии.

В Беларуси в зоне радиоактивного загрязнения оказалась 1/5 часть площади: в основном районы Гомельской и Могилёвской, а также частично Брестской, Минской и Гродненской областей. Было загрязнено более 1,7 млн га сельскохозяйственных угодий, из которых 264 тыс. га полностью исключены из сельскохозяйственного оборота. По данным ВОЗ, представленным в 2005 г., в результате аварии на ЧАЭС в конечном счёте может погибнуть до 4000 человек.

Важнейшая проблема ликвидации последствий аварии на ЧАЭС – безопасное захоронение ядерного топлива, оставшегося в развалинах после взрыва. В ноябре 1986 г. было построено укрытие – «саркофаг», но высокий радиационный фон не позволил сделать укрытие герметичным (рис. 5.29).

В мире существует проблема захоронения отработавших реакторов, срок службы которых колеблется от 30 до 50 лет. В Чернобыле был захоронен первый. В настоящее время над саркофагом создаётся новое укрытие – Конфайнмент или Арка (рис. 5.30). С 2023 г. под защитой Конфайнмента специальными кранами, работающими дистанционно с помощью оператора, планируется начать демонтаж конструкций саркофага и их постепенное захоронение.



Рис. 5.29. Укрытие «саркофаг» над четвёртым энергоблоком ЧАЭС



Рис. 5.30. Строительство нового безопасного Конфайнмента

После аварии на ЧАЭС с 1986 по 2002 г. в странах Северной Америки и Западной Европы не было построено ни одной новой АЭС. В марте 2011 г. в Японии в результате землетрясения и последовавшего за ним цунами произошла авария на АЭС «Фукусима», крупнейшая со времен Чернобыля. По расчетам Агентства ядерной и промышленной безопасности Японии, количество радиоактивного цезия-137, выброшенного в атмосферу за время аварии, сопоставимо с 168 бомбами, сброшенными на Хиросиму в 1945 году.

На 01.01.2016 г. во всём мире работали 398 реакторов (рис. 5.31, 5.32). С 2000 года было закрыто 40 энергоблоков. Главными ядерными державами остаются США (99) и Франция (58). Сегодня США ведут строительство 5 энергоблоков, а Франция к 2025 г. планирует сократить количество действующих реакторов на 25 %. На 01.04.2016 г. в мире возводилось 64 реактора, из них 16 – в Европе (включая Беларусь) и 22 – в Китае.



Рис. 5.31. АЭС «Вольсон» (Южная Корея)



Рис. 5.32. АЭС «Фессенем» (Франция)

Планируется, что белорусская АЭС будет самой современной и надёжной. В двух энергоблоках мощностью около 2,5 тыс. МВт установят реакторы третьего поколения. Защитный саркофаг рассчитан так, чтобы выдержать землетрясение в 8 баллов. Запуск первого энергоблока запланирован на 2018 год.

Альтернативные источники энергии. В 2014 г. производство ветровой электроэнергии во всём мире достигло 694 ТВт-ч/год, солнечной – 185, а атомной – 165. Доля ядерной энергетики сократилась на 10,8 %.

Ветряные электростанции. В отличие от ископаемого топлива, энергия ветра практически неисчерпаема, повсеместно доступна и более экологична. Ветровая энергетика издавна используется в Дании и других северных европейских странах (рис. 5.33 и 5.34). В 2014 г. 85 стран мира использовали ветроэнергетику на коммерческой основе.

Стратегией развития энергетического потенциала Беларуси предусмотрено развитие ветроэнергетики. Средняя годовая скорость ветра на территории республики – 3–4 м/сек. Но в стране есть ветровые площадки IV и V класса, где она достигает 5 м/сек. и более, на которых можно строить ветряки мощностью 2,5 МВт и выше. Всего в Беларуси имеется 1840 площадок, пригодных для ветроустановок.

На апрель 2016 г. в Германии насчитывалось более 7 тыс. ветряных электростанций (которые производят 6 % всей электроэнергии), в Беларуси – 50. Ветропарк мощностью 7,5 МВт из пяти ветроэнергетических установок с единичной мощностью 1,5 МВт возводится в Новогрудском районе.



Рис. 5.33. Ветряная электростанция



Рис. 5.34. Ветряки в море

Непостоянство ветровых потоков не гарантирует получения необходимого количества электроэнергии. На практике в среднем за год мощность ветрогенераторов в несколько раз ниже установленной, в то время как АЭС почти всегда работает в режиме установленной мощности.

Вращающиеся лопасти турбины представляют потенциальную опасность для некоторых видов живых организмов: птиц и др. Шум, производимый ветряками, может причинять беспокойство как диким животным, так и людям, проживающим поблизости.

Профессор Кейт (Гарвард) предполагает, что чрезмерное распространение на Земле ветряных генераторов может сильно повлиять на глобальные ветра и климат, а это приведет к последствиям более серьезным, чем проблемы от удвоения количества CO_2 . Снижение скорости теплых потоков, что неизбежно при вращении ветрогенераторов, приведёт к понижению интенсивности теплопереноса. Бурное развитие ветряной энергетики приведёт к возрастанию средних летних температур и их снижению зимой, что повлияет на выращивание отдельных сельскохозяйственных культур.

Солнечная энергетика – практически неисчерпаемый источник. Как полагают эксперты Международного энергетического агентства (IEA), солнечная энергетика уже через 40 лет при соответствующем уровне распространения передовых технологий будет вырабатывать

около 20–25 % всего необходимого электричества, а это обеспечит сокращение выбросов углекислого газа на 6 млрд т ежегодно.

В Европе планируется до 15 % всей требуемой электроэнергии получать от Солнца (рис. 5.35 и 5.36). Активно осваивают солнечную энергию в США и Японии.



Рис. 5.35. Первая ночная солнечная электростанция



Рис. 5.36. Солнечная электростанция в Испании

Уровень инсоляции (обеспеченности солнечным светом) в среднем по Беларуси сопоставим с европейским. На начало 2016 г. в Могилёвской области запущено около 40 энергетических установок. В Щучинском районе Гродненской области вступила в строй солнечная электростанция (СЭ) мощностью 2,5 МВт. В этом же районе планируется покрыть солнечными батареями кровли строящихся зданий свиноводческого комплекса. Энергию солнца в локальных масштабах с успехом используют для отопления производственных помещений в некоторых хозяйствах. В Сморгонском районе начато строительство самой мощной в Беларуси СЭ на 17 МВт.

Недостатками солнечной энергетики являются: зависимость от погоды и времени суток (но в Ирландии разработан новый тип солнечных батарей, которые могут генерировать энергию даже от лучей заходящего солнца; в Испании построена первая ночная солнечная электростанция, у которой возможности теплового буфера с запасом перекрывают всю ночь или целый облачный день); нерентабельность в высоких широтах; высокая стоимость конструкции, связанная с применением редких элементов (к примеру, индия и теллура) и др.

Несмотря на экологическую чистоту получаемой энергии, сами фотоэлементы содержат ядовитые вещества (свинец, кадмий, галлий, мышьяк и т. д.), что ставит под вопрос экологическую чистоту производства и утилизации батарей. Также происходит нагрев атмосферы над электростанцией. Кроме того, существует вероятность того, что повсеместное внедрение солнечной энергетики может изменить альбедо (характеристику отражательной (рассеивающей) способности) земной поверхности и привести к изменению климата.

Биогазовые установки. Биогаз – газ, получаемый водородным или метановым брожением биомассы. Биометан – полный аналог природного газа, отличие только в происхождении. Сырьём для получения биогаза могут быть: навоз, птичий помёт, бытовые отходы, отходы молокозаводов, специально выращенные энергетические культуры (силосная кукуруза) и др. Производство биогаза позволяет предотвратить выбросы метана в атмосферу, который оказывает влияние на парниковый эффект в 21 раз более сильное, чем CO_2 . При этом переработанный навоз, барда и другие отходы могут применяться в качестве удобрения в сельском хозяйстве. Биогазовые установки устанавливаются как очистные сооружения на фермах, птицефабриках, спиртовых заводах, сахарных заводах, мясокомбинатах.

По количеству средних и крупных установок ведущее место занимает Германия – 8000 установок. В Западной Европе не менее половины всех птицеферм отапливаются биогазом. Больше всего малых биогазовых установок находится в Китае – около 40 млн. На июль 2016 г. биогазовые установки общей мощностью почти 11 МВт введены в строй в 10 хозяйствах Республики Беларусь. Наиболее крупные – в СПК «Рассвет» имени К.П. Орловского Кировского района, СПК «Агрокомбинат «Снов» и «Лань-Несвиж» Несвижского района. При выборе мощности биогазовой установки необходимо учитывать потенциал кормовой базы, в основном, самая оптимальная для республики – в 500 КВт.

Для транспортировки электроэнергии используют линии электропередачи (ЛЭП). В Беларуси на ЛЭП ежегодно гибнут около 200 тыс. птиц. Белые аисты предпочитают селиться на столбах электропередачи. Большинство птиц гибнет от ударов током, другие – от столкновения с проводом. Хищные птицы: соколы, канюки и др. используют высокую опору для высматривания добычи. Именно ЛЭП в степной зоне России привели к исчезновению степных орлов, соколов-балобанов, курганников. Для защиты мощных линий используют пластиковые гребёнки, изолирующие накладки на провод и др. (рис. 5.37а, б). Особенно много птиц гибнет на полях в период пахоты и уборки зерновых – корма много, а присест им, кроме столбов и проводов, некуда.



а)



б)

Рис. 5.37. Защита птиц от поражения электротоком

5.10.2 Экологические последствия аварии на ЧАЭС в Беларуси и ведение сельскохозяйственного производства на загрязнённых радионуклидами землях

В результате аварии на ЧАЭС на территории Республики Беларусь выпало примерно 25 % цезия-137 (^{137}Cs) и 29 % – йода-131. Причём по ^{137}Cs площадь с уровнем загрязнения 37–185 кБк/м² составляла примерно 1/3 общей площади загрязнения СНГ; с уровнем загрязнения 185–555 кБк/м² – 58 и с уровнем загрязнения 555–1460 кБк/м² – 59 %. Основная масса трансурановых элементов (плутоний-238, -239, -240; америций-241; норий-242) выпала в 30-километровой зоне.

Воздействию радиации в республике подверглись 3370 населённых пунктов 54 районов с населением свыше 2 млн человек, в том числе 800 тыс. детей. Острая лучевая болезнь развилась у 237 человек, из которых 31 умер. Отдалённые последствия облучения, выявленные за последующие 15 лет, стали причиной гибели от 60 до 80 человек. В связи с опасностью жить на загрязнённых территориях эвакуировано 135 тыс. человек. Вокруг АЭС создана 30-километровая зона отчуждения, уничтожены и захоронены (закопаны тяжёлой техникой) сотни мелких населённых пунктов. В белорусской части зоны отчуждения на территории трёх наиболее пострадавших от аварии районов Гомельской области – Брагинского, Наровлянского и Хойникского – в июле 1988 г. был организован Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (более 215 тыс. га) с целью радиобиологических и экологических исследований, но он представляет интерес и для биологов.

Воздействие ионизирующей радиации на человеческий организм может вызывать не только лучевые поражения, но и отдалённые последствия (лейкозы, генетические повреждения, сокращение продолжительности жизни), психические расстройства. Радиоактивные вещества могут попадать внутрь организма человека с вдыхаемым воздухом, с питьевой водой, с продуктами растительного и животного происхождения, через здоровую кожу или повреждения, разрезы на коже.

Основными биологически значимыми радионуклидами в первые три месяца после аварии были короткоживущие радиоактивные изотопы йода, которые спровоцировали заболеваемость раком щитовидной железы. Загрязнённость почвы йодом-131 практически исчезла в августе 1986 года.

В настоящее время основной вклад в увеличение дозы облучения населения республики вносят продукты питания, загрязнённые радиоизотопами стронция и цезия. Стронция-90 (^{90}Sr) в биосферу попало меньше, чем ^{137}Cs , но он очень медленно выводится из организма, накапливается в костной ткани, разрушая опорно-двигательный аппарат, поражает костный мозг – регулятор системы кроветворения. Цезий-137 преимущественно накапливается в мышцах. Выводится через почки и желудочно-кишечный тракт в соотношении: 4:1. При употреблении чистой пищи половина поступившей радиоактивности у взрослого человека выводится за 80–170 дней (у детей вдвое быстрее).

В результате аварии на ЧАЭС произошло не только загрязнение воздуха, но и почвы, воды, фауны и флоры республики. Ущерб от аварии в расчёте на 30-летний период её преодоления оценён экспертами в 235 млрд долларов.

Спустя 30 лет после аварии произошли значительные изменения на пострадавших территориях: короткоживущие радиоизотопы распались, а концентрация долгоживущих – ^{137}Cs и ^{90}Sr – в почве в результате естественного распада снизилась в пределах 40–50 % (через 30 лет сократится еще на 25 % от первоначальной). В пользование возвращено около 17,5 тыс. га сельхозугодий. Содержание америция-241 (продукта распада радиоактивного плутония-241) на территории Полесского радиационно-экологического заповедника в ближайшие 40 лет будет расти, пока не будет достигнуто равновесие содержания этого радионуклида, поэтому заповедник закрыт для посещения, а на территории введён запрет на хозяйственную деятельность.

Чрезвычайно опасной и особо актуальной проблемой для Республики Беларусь в настоящее время является проблема загрязнения земель радионуклидами. По пищевым цепочкам «почва–растения–человек» или «почва–растения–животные–молоко (мясо)–человек» они попадают из почвы в организм человека, создавая угрозу для его здоровья. Сейчас в обороте находится 936,6 тыс. га сельскохозяйственных земель, где по ^{137}Cs загрязнение составляет более $1 \text{ Ки}/\text{м}^2$; 307,7 тыс. га почвы одновременно загрязнено ^{90}Sr с плотностью более $0,15 \text{ Ки}/\text{м}^2$. Производство сельскохозяйственной продукции в зонах радиоактивного загрязнения осуществляется согласно «Руководству по ведению агропромышленного производства

в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь», которое издаётся с учётом изменения радиационной обстановки через каждые 5 лет.

Согласно Закону Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС» от 26 мая 2012 г., для ведения сельскохозяйственного производства на этих землях определены три зоны (табл. 5.5).

Таблица 5.5
Зонирование территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению, для ведения сельскохозяйственного производства

Номер зоны	Плотность загрязнения, Ки/м ²		Особенности ведения сельскохозяйственного производства
	цезий-137	стронций-90	
I	1–5	менее 0,3	Производство ведётся в обычном порядке. Содержание радионуклидов в продукции не превышает республиканских допустимых уровней
II	5–15	0,3–1	Производство ведётся с внедрением специальных приёмов, снижающих поступление радионуклидов в продукцию растениеводства и животноводства
III	15–40	1–3	

Для получения сельскохозяйственной продукции с допустимым содержанием радионуклидов проводятся организационные, агротехнические, агрохимические, технологические и санитарно-гигиенические мероприятия.

Одним из первоочередных **организационных мероприятий** является составление на основании карт радиоактивного загрязнения земель прогноза содержания радионуклидов в будущем урожае и продукции животноводства, который позволяет заранее планировать подбор культур для возделывания на загрязнённых радионуклидами угодьях, их размещение по полям севооборотов с учётом плотности загрязнения почв и использование получаемой продукции. Для прогноза применяют значения коэффициентов перехода

радионуклидов (^{137}Cs и ^{90}Sr) из почвы в урожай (соотношение между содержанием радионуклида в продуктах питания и в почве) при плотности загрязнения $1 \text{ Ки}/\text{м}^2$ (табл. 5.6).

К организационным мероприятиям также относятся: изменение структуры посевных площадей и севооборотов; переспециализация отраслей животноводства; исключение угодий из хозяйственного использования или, наоборот, включение; организация радиационного контроля сельскохозяйственной продукции; оценка эффективности защитных мероприятий и др.

Преобладающая часть радионуклидов, выпавших на почву, находится в верхних слоях. Гумусовый слой почвы служит для радионуклидов своеобразным барьером, связывающим их в труднорастворимые соединения, особенно ^{137}Cs . Миграция ^{137}Cs и ^{90}Sr вглубь происходит медленно, со средней скоростью $0,3\text{--}0,5 \text{ см}/\text{га}$, поэтому угроза загрязнения водоносных горизонтов практически отсутствует.

Таблица 5.6

Коэффициенты перехода цезия-137 и стронция-90 в продукты питания

Продукты	Коэффициент перехода (Бк/кг) / (кБк/м ²)	
	цезий-137	стронций-90
Молоко	0,2–3,7	0,1–0,4
Мясо (говядина)	1,0–4,0	0,2
Птица		0,6
Хлеб ржаной	0,6–0,8	0,4
Хлеб пшеничный	0,5–0,6	0,3
Картофель	0,2–4,6	0,1–0,5
Капуста	1,5–2,0	0,5–0,6
Свёкла		0,1
Морковь		0,5
Яблоки	1,4	0,2–0,3

Скорость миграции ^{90}Sr несколько выше, чем ^{137}Cs , при этом темпы миграции увеличиваются с возрастанием степени увлажнения почв. Для предотвращения загрязнения почвы в результате горизонтальной миграции радионуклидов с ветром, при пожарах, с поверхностным стоком паводковых и дождевых вод, вследствие хозяйственной дея-

тельности рекомендуется использование почвозащитных севооборотов и специальной обработки почв с периодическим глубоким (до 40 см) безотвальным рыхлением плужной подошвы.

Поступление радионуклидов в растения зависит от гранулометрического состава почв и режима их увлажнения. На песчаных почвах переход радионуклидов в растения примерно вдвое выше, чем на суглинках, особенно при низкой обеспеченности почв обменным калием, а на торфяных почвах – в 4–10 раз выше, чем на минеральных.

На торфяных почвах не допускается возделывание зерновых и пропашных культур. Их рекомендуется использовать под многолетние сенокосы и пастбища на основе злаково-бобовых травосмесей. В севообороты на песчаных почвах наряду с озимой рожью, овсом, картофелем и люпином, включают клевер и ячмень. На загрязнённых радионуклидами землях внедряются четырех-пятипольные севообороты.

В настоящее время изменена специализация почти 60 сельхозпредприятий. С производства молока они вынуждены перейти на мясное скотоводство – получение мраморного мяса.

Основным *агрохимическим мероприятием* против накопления стронция остаётся известкование кислых почв, которое позволяет на 60–80 % сократить поступление радионуклидов в сельскохозяйственные культуры. Кроме известкования рекомендуется внесение повышенных доз фосфорно-калийных и органических удобрений. Применение органических удобрений (компост, солома, зелёное удобрение, биогумус) способствует повышению урожая сельскохозяйственных культур и уменьшению перехода радионуклидов из почвы в растения. Нежелательно применять торф, чтобы не способствовать повторному загрязнению почв радионуклидами. Применение калийных удобрений обусловлено антагонизмом катионов цезия и калия в почвенном растворе, фосфорных – закреплением микроколичеств стронция-90 путем соосаждения с фосфатами.

В растениеводстве важным *агротехническим мероприятием* снижения поступления радионуклидов в сельскохозяйственные культуры является подбор видов и сортов растений, характеризующихся минимальным накоплением радионуклидов.

Установлено, что накопление ^{137}Cs на единицу сухого вещества однолетними культурами уменьшается в следующем порядке: зер-

но люпина, зелёная масса (пелюшка, редька масличная, рапс, горох, вика), зерно гороха и вики, семена рапса, солома ячменя, овса, озимой ржи, озимого тритикале, озимой пшеницы, зерно кукурузы, овса, озимой ржи, озимого тритикале, ячменя, яровой пшеницы, озимой пшеницы.

Убывающий ряд культур по накоплению ^{90}Sr имеет следующий вид: клевер, горох, рапс, люпин, однолетние бобово-злаковые смеси, многолетние злаковые травы, солома ячменя и овса, зелёная масса кукурузы и озимой ржи, свёкла кормовая, зерно ячменя, овса, озимой ржи, картофель. Установлено, что наименьшее загрязнение клубней стронцием-90 наблюдается при возделывании ранних и среднеспелых сортов картофеля. Незаменимой кормовой культурой в зонах радиоактивного загрязнения является кукуруза.

Луговая и пастбищная растительность более склонна к накоплению радионуклидов, чем растения пахотных почв. Это связано с сорбцией радионуклидов дерниной. В луговодстве к числу наиболее эффективных мероприятий по снижению концентрации радионуклидов в растениях является перевод низкопродуктивных естественных пастбищ в сеяные травы с известкованием и внесением удобрений. Клевер накапливает ^{90}Sr в 2,5 раза больше, чем злаковые травы.

К **технологическим мероприятиям** относятся различные способы переработки продукции, содержащей радионуклиды. Размещение картофеля почти не ограничивается плотностью загрязнения почв радионуклидами. Но картофель, полученный на лёгких песчаных и торфяно-болотных почвах, с плотностью загрязнения более $0,3 \text{ Ки/км}^2$, необходимо отправлять на переработку или на семена. В зонах с высокой плотностью загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr рекомендуется выращивание трав на семена, а на плодородных почвах – рапса и сахарной свёклы для дальнейшей переработки.

Поверхностное загрязнение продукции радионуклидами можно снизить механическим путём: обрушивание, помол на муку, промывание водой овощей и картофеля, удаление кроющих листьев, снятие кожуры, отваривание, засолка, маринование, квашение и др. Наиболее эффективна технологическая переработка: семена рапса – на масло, корнеплоды сахарной свёклы – на сахар, зерно – на крахмал и спирт, молоко – в сливки, творог, сметану, сыр, сливочное масло и др.

Санитарно-гигиенические мероприятия включают введение республиканских допустимых уровней (РДУ) для максимального ограничения поступления радионуклидов в организм человека с продуктами питания. В настоящее время действуют РДУ содержания радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах и питьевой воде, утверждённые в 2001 году (РДУ-2001, табл. 5.7).

Таблица 5.7

Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-2001)

Наименование продуктов	Ки/кг, Ки/л	Бк/кг, Бк/л
1	2	3
для цезия-137		
Вода питьевая	$2,7 \cdot 10^{10}$	10
Молоко и цельномолочная продукция	$2,7 \cdot 10^{-9}$	100
Молоко сгущённое и концентрированное	$5,4 \cdot 10^{-9}$	200
Творог и творожные изделия	$1,4 \cdot 10^{-9}$	50
Сыры сычужные и плавленые	$1,4 \cdot 10^{-9}$	50
Масло коровье	$2,7 \cdot 10^{-9}$	100
Мясо и мясные продукты, в том числе: говядина, баранина и продукты из них	$1,4 \cdot 10^{-9}$	500
свинина, птица и продукты из них	$4,9 \cdot 10^{-9}$	180
Картофель	$2,2 \cdot 10^{-9}$	80
Хлеб и хлебобулочные изделия	$1,1 \cdot 10^{-9}$	40
Мука, крупы, сахар	$1,6 \cdot 10^{-8}$	60
Жиры растительные	$1,1 \cdot 10^{-8}$	40
Жиры животные и маргарин	$2,7 \cdot 10^{-9}$	100
Овощи и корнеплоды	$2,7 \cdot 10^{-9}$	100
Фрукты	$1,1 \cdot 10^{-9}$	40
Садовые ягоды	$1,9 \cdot 10^{-9}$	70
Консервированные продукты из овощей, фруктов и ягод садовых	$2,0 \cdot 10^{-9}$	74
Дикорастущие ягоды и консервированные продукты из них	$5,0 \cdot 10^{-9}$	185
Грибы свежие	$1,0 \cdot 10^{-7}$	370

1	2	3
Грибы сушеные	$6,8 \cdot 10^{-7}$	2500
Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде	$1,0 \cdot 10^{-9}$	37
Прочие продукты питания	$1,0 \cdot 10^{-8}$	370
для стронция-90		
Вода питьевая	$1,0 \cdot 10^{-11}$	0,37
Молоко и цельномолочная продукция	$1,0 \cdot 10^{-10}$	3,7
Хлеб и хлебобулочные изделия	$1,0 \cdot 10^{-10}$	3,7
Картофель	$1,0 \cdot 10^{-10}$	3,7
Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде	$5,0 \cdot 10^{-11}$	1,85

Для продуктов питания, потребление которых составляет менее 10 кг/год на человека, устанавливаются допустимые уровни, в 10 раз более высокие, чем величины для прочих пищевых продуктов. РДУ-2001 фактически продлевает нормы, предусмотренные РДУ-99 до накопления данных, которые позволят уточнить нормы загрязнения отдельных продуктов. В Беларуси действуют самые строгие допустимые уровни радионуклидов для молочных продуктов. Например, в республике ДУ по содержанию стронция-90 в молоке 3,7 Бк/л, в странах Таможенного союза – 25 Бк/л, странах ЕС – 125 Бк/л. Кроме того, существуют допустимые уровни содержания радионуклидов в кормах (табл. 5.8).

Таблица 5.8

Допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в кормах

Виды кормов	Допустимое содержание, Бк/кг	
	цезий-137	стронций-90
Сено	1300	260
Солома	330	185
Сенаж	500	100
Силос	240	50
Корнеплоды	160	37
Зелёная масса	165	37
Зерно, фураж	180	100

В первое время после аварии главной проблемой в животноводстве было снижение концентрации радионуклидов в молоке. В организм коров вводились препараты на основе ферроцена, которые сорбировали цезий, находящийся в кормах. Были разработаны соответствующие комбикорма, технические условия на применение ферроценосодержащих препаратов, а также рекомендации по сбалансированному рациону для высокопродуктивных животных за счёт различных премиксов и добавок. Установлено, что использование сапропеля в качестве наполнителя комбикормов снижает содержание цезия и снабжает животных макро- и микроэлементами.

5.11 Проблема качества сельскохозяйственной продукции

Во второй половине XX века стала актуальной проблема накопления в сельскохозяйственной продукции вредных веществ – нитратов, пестицидов, тяжёлых металлов, радионуклидов, антибиотиков и др., а также уменьшения в продукции растениеводства содержания витаминов и микроэлементов.

Загрязнение продукции происходит не только из-за нарушения технологии применения удобрений и пестицидов при выращивании сельскохозяйственных культур, но и в результате выбросов промышленных предприятий, транспорта и других источников.

С целью обеспечения безопасности сельскохозяйственной продукции для здоровья человека и животных Министерством здравоохранения Республики Беларусь определены нормы остаточных количеств пестицидов и других химических соединений, установлены республиканские предельно допустимые концентрации (ПДК) нитратов в продукции растениеводства, допустимые уровни тяжёлых металлов, антибиотиков, микотоксинов в продуктах питания (табл. 5.9). Так как территория республики подверглась радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС, Минздравом установлены республиканские допустимые уровни (РДУ-2001) содержания радионуклидов – цезия-137 и стронция-90 – в пищевых продуктах и питьевой воде, а также допустимые уровни содержания их в кормах.

Тяжёлые металлы (ТМ) – химические элементы, плотность которых больше 6 г/см^3 , и атомная масса больше 40 (кадмий, свинец,

ртуть, мышьяк, никель, медь, цинк и др.). Объединённая комиссия ФАО и ВОЗ по Пищевому кодексу включила в число обязательных компонентов пищевых продуктов, подвергаемых контролю, восемь наиболее токсичных элементов: ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, медь, олово, цинк и железо. Медь и цинк являются микроэлементами, необходимыми в жизни растений, поэтому здесь правильнее говорить о токсичной концентрации этих элементов.

Поступление продуктов питания, загрязнённых ТМ, вызывает сердечно-сосудистые расстройства, тяжёлые формы аллергии, приводит к необратимым изменениям внутренних органов, ведущим к болезням желудочно-кишечного тракта, печени, почечным и печёночным коликам, параличам и даже смертельным исходам. Кроме того, ТМ – это генетические яды с отдалённым эффектом действия, проявляющимся в наследственных заболеваниях, умственных расстройствах и т. д.

Таблица 5.9

Предельные допустимые уровни тяжёлых металлов в продуктах питания (Сан ПиН 11-63 РБ-98)

Наименование продукта	Предельно допустимый уровень, мг/кг				Примечание
	свинец	мышьяк	кадмий	ртуть	
Мясо, птица	0,5	0,1	0,05	0,03	
Яйца	0,3	0,1	0,01	0,02	
Молоко	0,1	0,05	0,03	0,005	
Масло	0,1	0,1	0,03	0,03	железо – 5,0
Сыры	0,3	0,3	0,2	0,03	
Зерно	0,5	0,2	0,1	0,03	
в т. ч. зернобобовых	0,5	0,3	0,1	0,02	
Крупа	0,5	0,2	0,1	0,03	
Мука	0,5	0,1	0,2	0,03	
Хлеб	0,35	0,1	0,05	0,01	
Сахар	0,5	0,5	0,05	0,01	
Овощи, картофель	0,5	0,2	0,03	0,02	
Соки овощные	0,5	0,2	0,03	0,02	хром – 0,5

В растения ТМ поступают из почвы, некоторые, например, кадмий, способны поглощаться из воздуха. Источниками загрязнения окружающей среды являются выбросы в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом, объектами энергетики, промышленными предприятиями, минеральные удобрения, пестициды, осадки сточных вод (ОСВ), бытовой мусор, отходы промышленности, используемые на удобрения.

Активное накопление свинца в культурных растениях и мясе сельскохозяйственных животных отмечено вблизи промышленных центров, крупных автомагистралей. Повышенное содержание свинца в почве наблюдается в пригородных зонах Минска, Гомеля, Могилёва. Вдоль крупных автомагистралей на расстоянии 25–50 м, а на отдельных участках и до 100 м от полотна дороги почва сильно загрязнена свинцом и в меньшей степени кадмием. Площадь почв Беларуси, загрязнённых от различных источников свинцом, ориентировочно составляет 100 тыс. га, кадмием – 45 тыс. га. Из сельскохозяйственных земель 260,3 тыс. га загрязнены медью, 179,3 тыс. га – цинком.

Для снижения содержания ТМ в продукции растениеводства необходимо проводить известкование кислых почв; вносить органические и минеральные удобрения в оптимальных дозах; соблюдать технологию применения пестицидов; на сильно загрязнённых почвах выращивать культуры, в меньшей степени накапливающие ТМ, или культуры для дальнейшей переработки продукции на масло, сахар и др., или использовать их под семенники овощных или кормовых культур; не допускать использования в качестве удобрений отходов промышленности, ОСВ, содержащих тяжёлые металлы; использовать неэтилированный (то есть не содержащий свинца) бензин; совершенствовать технологии производства минеральных удобрений с целью вычленения токсических веществ; осуществлять очистку выбросов промышленных предприятий; проводить периодические агрохимические обследования почв на содержание ТМ и др.

Качество продукции сельскохозяйственного производства определяется не только отсутствием или наличием токсических соединений, но и содержанием и качеством основного вещества, ради которого выращивают культуру: у зерновых – белка, у масличных – жира, у картофеля – крахмала и т. д. Пищевая ценность продук-

тов животноводства исходит из их химического состава – содержания белков, жиров, витаминов, углеводов, экстрактивных веществ, макро- и микроэлементов.

Несбалансированность микроэлементного состава пищевых продуктов и кормов приводит к нарушению минерального обмена, что является причиной и механизмом возникновения многих заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых, онкологических и др. Имеются данные, что ежегодно в мире от недоедания и белково-калорийной недостаточности погибает 15 млн человек.

На показатели качества растениеводческой продукции оказывают влияние погодные условия, тип и гранулометрический состав почвы, качество обработки почвы, обеспеченность элементами питания и степень их сбалансированности, степень засоренности полей, повреждение культур вредителями и болезнями, соблюдение технологии возделывания и т. д. Качество продуктов животноводства зависит от вида и породы животных, их наследственных особенностей, кормления и содержания, санитарно-гигиенических условий получения, переработки и хранения продуктов.

Получению сельскохозяйственной продукции высокого качества способствует создание благоприятных условий для выращивания растений и животных, соблюдение технологий возделывания культурных растений, кормления и содержания животных, правильный подбор сортов (гибридов) растений и высокопродуктивных пород скота. Например, оптимизация азотного питания зерновых культур позволяет получать высокобелковое зерно, отвечающее требованиям по питательности и хлебопекарным свойствам. Правильное соотношение между макро- и микроэлементами в удобрениях, применяемых под сахарную свёклу, способствует увеличению сахаристости корнеплодов. Установлено, что продуктивность крупного рогатого скота на 65 % зависит от условий кормления, на 25 % — от условий содержания (микроклимат в помещениях, освещённость, наличие вредных газов и т. д.) и только на 10 % обусловлена генетически.

В последнее время не стихают споры между противниками и сторонниками генетически модифицированных продуктов. Генетически модифицированная пища – это продукты питания, полученные из генетически модифицированных организмов (ГМО) – растений, животных или микроорганизмов. Продукты, которые

получены при помощи генетически модифицированных организмов или в состав которых входит хоть один компонент, полученный из продуктов, содержащих ГМО, также могут считаться генетически модифицированными, в зависимости от законодательства страны.

ГМО получают новые свойства, как правило, благодаря переносу в геном новых генов. Новые гены могут быть взяты из генома родственных видов или, теоретически, из любого организма. Генетическая модификация может давать растению и пищевому продукту, который производится из неё, целый ряд признаков. Большинство культивируемых ГМО обладают устойчивостью к насекомым-вредителям или к гербицидам. Это значительно облегчает возделывание, а также снижает затраты на обработку ядохимикатами.

Опасения экологов заключаются в том, что может наступить экологическая катастрофа, если генетически изменённые формы проникнут в дикую природу. Например, при перекрестном опылении сорняки получают ген устойчивости к пестицидам и вредителям, и их размножение станет неконтролируемым. В ряде стран проявляются опасные побочные эффекты ГМО: масштабная гибель всего урожая из-за внезапно потрескавшихся стеблей ГМ-кукурузы, появление новых гигантов-суперсорняков, необратимая мутация видов некоторых растений. ГМ-хлопчатник приобрёл способность вырабатывать смертельные для насекомых-вредителей токсины, свойственные бактериям *Bt*-токсины, которые уничтожают насекомых, но безопасны для большинства живых существ. Однако хлопковые совки в дикой природе претерпели более разнообразные генетические изменения, чем ожидалось, и сумели адаптироваться к *Bt*-токсинам. В Шотландском институте урожая провели правительственные исследования с божьими коровками, которых кормили тлей, разводимой на ГМ-картофеле. Жизнь божьих коровок сократилась наполовину, а их плодовитость и кладка яиц значительно уменьшились. Существуют предположения, что использование человеком ГМ-продуктов может привести к устойчивости к антибиотикам, при этом лекарственные препараты окажутся бессильными против «мутировавших» бактерий.

В настоящее время аргументов, убедительно опровергающих вредное влияние ГМО на здоровье и репродуктивные функции че-

ловека, нет. То есть безопасность не доказана. Продукты с ГМО должны пройти многолетний контроль по воздействию не только на организм принимающего их человека, но и на последующие поколения.

В 2015 г. ГМ-растения выращивались в 28 странах на площади почти 178 млн га. В пятёрку лидеров вошли США, Бразилия, Аргентина, Индия и Канада. Генная инженерия в основном касается таких культур, как соевые бобы, кукуруза, хлопок и рапс. В США, Канаде, Аргентине ГМ-продукты употребляют в пищу, несмотря на растущее недовольство населения. Европейские страны, в т. ч. Беларусь, относятся к ГМО с осторожностью («презумпция предосторожности»). Журналисты называют ГМ-продукты – «пища Франкенштейна».

В 2014 г. правительство Франции окончательно утвердило закон, запрещающий выращивание каких-либо сортов ГМ-кукурузы на территории страны. В том же году запретили испытания ГМО в Великобритании. В Беларуси ведутся лабораторные исследования в области генной инженерии с табаком, картофелем, льном, клюквой. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды в 2015 г. выдало первое разрешение на высвобождение в окружающую среду непатогенных генно-инженерных организмов – растений картофеля «скарб/38-4» с устойчивостью к насекомым на участке специально оборудованного поля.

Необходимо соблюдать предельную осторожность в использовании трансгенных форм сельскохозяйственных растений и других продуктов генной инженерии. Производители обязаны информировать потребителей, если в составе продукта 0,9 и более процента ГМО. В 2015 г. превышения такого уровня лабораторией Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» обнаружено не было.

Кроме ГМ-продуктов, большие опасения вызывают продукты питания, произведённые с применением нанотехнологий. Европарламент также обязал производителей мяса и молочной продукции, полученных от клонированных животных, информировать об этом покупателей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрэкологія / В. А. Черніков [і др.] / Под ред. В. А. Чернікова, А. І. Чекереса. – М: Колос, 2000.
2. Агрэкологія: Методологія, тэхналогія, эканоміка / В. А. Черніков [і др.] / Под ред. В. А. Чернікова, А. І. Чекереса. – М: Колос, 2004.
3. Бадзіна, В. І. Сельскагаспадарчая экалогія: Курс лекцый / В. І. Бадзіна. – Мінск: БГЭУ, 2000.
4. Жуков, А. Гуманнае змяшчэнне жывотных: дабрачыннасць ці бізнес? / А. Жуков // Беларусскае сельскае гаспадарства. – 2012. – № 12 – С. 67 – 71.
5. Куліков, Я. К. Агрэкологія [Электронны рэсурс]: учебнае пасобіе / Я. К. Куліков. – Электрон. тэкставыя даныя. – Мінск: Выш. школа, 2012.
6. Логінов, В. Ф. Асновы прынцыпы адаптацыі земледдзя Беларусі к змяняючамуся клімату / В. Ф. Логінов [і др.] // Природопольванне. – 2010. – Вып. 17. – С. 29 – 38.
7. Маврыцэв, В. В. Асновы экалогіі: учебнік для студэнтаў небіялагічных спецыяльнасцей вузав / В. В. Маврыцэв. – 2-е изд., – Мінск: Выш. школа, 2005. – 416 с.
8. Маврыцэв, В. В. Асновы экалогіі: учебнік для студэнтаў небіялагічных спецыяльнасцей вузав / В. В. Маврыцэв. – 3-е изд., испр. і доп. – Мінск: Выш. школа, 2007. – 448 с.
9. Маврыцэв, В. В. Агульная экалогія: курс лекцый/ В. В. Маврыцэв. – 2-е изд., испр. – Мінск: Новое знанне, 2007. – 304 с.
10. Мінеев, В. Г. Біялагічнае земледдзя і мінеральныя ўдобрэння / В. Г. Мінеев, Б. Дабрэцены, Т. Мазур. – М: Колос, 2003.
11. Морозов, П. Свіноферма будучага / П. Морозов // Беларусскае сельскае гаспадарства. – 2012. – № 12 – С. 72 – 75.
12. Небышынец, С. С. Энергазберагаючыя сістэмы апрацоўкі глебы / С. С. Небышынец [і др.] // Сучасныя рэсурсаэканомныя тэхналогіі прадукцыі расліннагаспадарчай прадукцыі ў Беларусі: сб. навуч. матэрыялаў / РУП «НПЦ НАН Беларусі па земледдзя». – Мінск: ІВЦ Мінфіна, 2007. – С. 48 – 67.
13. Одум, Ю. Экалогія / Ю. Одум. – в 2-х т. – Москва: Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с., т. 2. – 376 с.

14. Основы сельскохозяйственной экологии и радиационной безопасности / А. В. Кильчевский [и др.]. – Минск: Ураджай, 2001.

15. Самосюк, В. Г. Экологические, экономические, технологические и организационные аспекты применения пестицидов в условиях Республики Беларусь / В. Г. Самосюк, Л. Я. Степук // Белорусское сельское хозяйство. – 2012. – № 12 – С. 67 – 71.

16. Сорока, С. В. Анализ применения средств защиты растений в Республике Беларусь / С. В. Сорока, Е. А. Якимович // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 6 – С. 46 – 51.

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

ДЛЯ ЗАМЕТОК

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

ДЛЯ ЗАМЕТОК

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

ДЛЯ ЗАМЕТОК

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

Учебное издание

**Козловская Ирина Петровна,
Близнюк Наталья Алексеевна,
Дайнеко Татьяна Михайловна и др.**

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Учебное пособие

Ответственный за выпуск *И. П. Козловская*
Редактор *Г. В. Анисимова*
Корректор *Г. В. Анисимова*
Компьютерная вёрстка *Е. А. Хмельницкой*
Дизайн обложки *Д. О. Бабаковой*

Подписано в печать 31.05.2018 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 15,57. Уч.-изд. л. 12,18. Тираж 150 экз. Заказ 40.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99–2, 220023, Минск.