



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Институт повышения квалификации
и переподготовки

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология»

Е. М. Ходько

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

ПОСОБИЕ

**для слушателей специальности переподготовки
1-43 01 71 «Техническая эксплуатация
теплоэнергетических установок
и систем теплоснабжения»
заочной формы обучения**

Гомель 2020

УДК 574(075.8)
ББК 20.1я73
Х69

*Рекомендовано кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология»
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 1 от 31.08.2020 г.)*

Рецензент: доц. каф. «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *Т. В. Алферова*

Ходько, Е. М.
Х69 Основы экологии и природопользования : пособие для слушателей специальности переподготовки 1-43 01 71 «Техническая эксплуатация теплоэнергетических установок и систем теплоснабжения» заоч. формы обучения / Е. М. Ходько. — Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. — 118 с. — Систем. требования: РС не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. — Режим доступа: <http://elib.gstu.by>. — Загл. с титул. экрана.

Содержит теоретический материал по курсу «Основы экологии и природопользования». Способствует повышению экологического образования молодежи для решения вопросов охраны окружающей среды и рационального природопользования, обеспечения экологической безопасности Республики Беларусь.

Для слушателей специальности переподготовки 1-43 01 71 «Техническая эксплуатация теплоэнергетических установок и систем теплоснабжения» заочной формы обучения ИПКиП.

УДК 574(075.8)
ББК 20.1я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2020

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время среди множества проблем современного общества социально-экономические приобретают приоритетное значение в обеспечении благосостояния населения и безопасности страны. До недавнего времени все национальные концепции, программы, проекты и разработки не учитывали взаимосвязь экологических проблем с социальными проблемами. Только благодаря рекомендациям Конференции ООН по окружающей среде и развитию (июнь 1992 г.) и принятой Республикой Беларусь стратегической социально-экономической политики вопросам экологии придан вопрос государственной важности.

Главными глобальными вызовами нынешнего века известные эксперты и системные аналитики в области устойчивого развития называют экологические, климатические, демографические проблемы, продовольственная и энергетическая безопасность, а также истощение природных ресурсов. Современные глобальные вызовы стабильному развитию требуют незамедлительной кооперации научного сообщества, бизнеса и правительств всего мира. Основная ставка в решении главных вызовов нынешнего века делается на развитие и внедрение технологических инноваций. Инновационная открытость, тесная дружба между инвесторами, государствами всего мира — единственный шанс на решение проблем. И это технологически станет возможным только при смене парадигмы, которая ляжет в основу взаимодействия между участниками всех проектов. Философия новой парадигмы состоит в том, что защита окружающей среды и рациональное природопользование должны идти в союзе с «зеленым» ростом экономики и тем самым открывать новые возможности для инноваций, бизнеса и технологического прогресса.

В настоящее время в Беларуси реализуется инновационная модель экономического развития страны на 2015-2020 гг., основная цель которой — создание конкурентоспособной, инновационной, высокотехнологичной, ресурсо- и энергосберегающей, экологически безопасной экономики. Проводимая в Беларуси экологическая политика направлена на обеспечение экологической безопасности, эффективное использование природных ресурсов при сохранении целостности природных комплексов. А это сокращение негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду, формирование эффективного экологического сектора экономики, создание экологически комфортной и безопасной среды проживания населения, созда-

ние экономических стимулов для применения современных инновационных технологий в сфере природопользования, сохранение природной среды. Сегодня в Республике Беларусь достигнуты значительные успехи. Благодаря целенаправленной политике в области энергосбережения Беларусь добилась существенных успехов в области снижения энергоемкости ВВП и нагрузки на окружающую среду. Во всех сферах производства и в быту в республике реализуется множество энергосберегающих мероприятий. Инновационные, экологически чистые технологии становятся элементами повседневной реальности. Согласно ежегодному рейтингу ООН в 2015 г. Беларусь вошла в число первых пятидесяти государств мира по индексу человеческого развития, и это самый высокий показатель среди стран СНГ. Однако немало предстоит еще сделать и основная роль в решении поставленных задач, будет принадлежать молодым специалистам. Таким образом, экологическая ситуация в мире и Республике Беларусь, преобразования происходящие в экономике нашего государства, требуют повышения экологического образования молодого поколения, так как от них будет зависеть решение вопросов охраны окружающей среды и рационального природопользования, обеспечение экологической безопасности в ближайшем будущем.

Учебное издание разработано в соответствии с учебной программой по курсу «Основы экологии и природопользования», содержит теоретический материал, необоримый для успешного усвоения дисциплины студентами. Структурно учебное пособие состоит из двух разделов, которые включают восемь основных тем дисциплины. Каждая тема имеет следующее построение: текст лекции; тестовое задание; контрольные вопросы; темы рефератов, докладов, дискуссий; литература.

Представленное учебное издание может служить учебно-методическим пособием для студентов инженерно-технических специальностей. Хочется надеяться, что учебное издание будет способствовать росту знаний и культуры в области экологии, что необходимо для устойчивого развития Республики Беларусь.

Раздел I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Глава 1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ЭКОЛОГИИ. БИОСФЕРА КАК ВЫСШИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВЫХ СИСТЕМ

Рассматриваемые вопросы:

1.1. Предмет и задачи экологии. Значение экологического образования.

1.2. Уровни биологической организации и экология.

1.3. Биосфера: состав, строение. Учение В.И. Вернадского о биосфере.

1.1. Предмет и задачи экологии. Значение экологического образования

Решение вопросов охраны окружающей среды и рационального природопользования, устойчивого развития в XXI в. требуют всеобщей экологической образованности, экологизации всей науки, в том числе и ее технических направлений. Безусловным приоритетом в настоящее время являются вопросы формирования международной системы экологической безопасности, создание «чистых» технологий во всех сферах, совершенствование законодательства в области использования природных ресурсов и управления ими. Мировое общественное мнение уже признало, что дальнейшее развитие человечества возможно только на пути гармоничных отношений с природой.

Природа и человек — это очень хрупкая система, даже небольшое смещение равновесия может привести к катастрофическим последствиям. Согласно выводам международной Амстердамской конференции «Вызовы изменяющейся Земли», прошедшей в июле 2001 года «под воздействием человеческой деятельности система «Земля» может перейти в необратимый режим функционирования, при котором условия существования человека могут оказаться неблагоприятными или даже невозможными для развития живой материи». В связи с тем, что экологические угрозы могут принять необратимый характер, сегодня необходима разработка системы гармоничной жизнедеятельности человека, минимизирующей вред, нанесенный окружающей среде и самому человеку. Поэтому в настоящее время особое значение приобретает раскрытие связей экологического образования с состоянием здоровья населения, качеством жизни людей. Современная экология сегодня — не просто приоритет гражданского общест-

ва, но и ключ к его дальнейшему развитию. Дадим определение, что же такое экология?

Экология – наука, изучающая взаимоотношения организмов между собой и с окружающей их природной средой, а также структуру и организацию биологических систем различного уровня (популяции, биоценозы, экосистемы). **Экология** (от греческого «ойкос» — дом, жилище и «логос» — учение) — наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают.

Только благодаря наличию взаимосвязей между организмами и средой их обитания организмы в природе существуют не как хаотичные скопления, а образуют определенные сообщества — надорганизменные системы.

Предметом экологии является совокупность связей между организмами и средой. *Объектами изучения* современной экологии являются отдельные виды организмов, популяции (совокупность особей одного вида), экосистемы. Главным объектом изучения в экологии являются экосистемы, т. е. единые природные комплексы, образованные живыми организмами и средой обитания.

В зависимости от типа изучаемой биологической системы в экологии выделяют следующие основные направления: аутэкологию (экологию особей, организмов); демэкологию (экологию популяций); синэкологию (экологию сообщества).

Аутэкология — раздел экологии, в задачу которого входит установление пределов существования особи (организма) и тех пределов физико-химических факторов, в диапазоне которых она может существовать.

Демэкология изучает структуру и динамику популяций отдельных видов.

Синэкология или экология сообществ (биоценология), изучает ассоциации популяции различных видов растений, животных и микроорганизмов, образующих биоценозы, их формирование и развитие, структуру, динамику, взаимодействие с физико-химическими факторами среды, энергетика, продуктивность, а также другие особенности. Для всех этих направлений главным является изучение выживания живых существ в окружающей среде.

Особенно большое значение в современной экологии уделяется проблемам взаимодействия человека с окружающей средой. Выделяют два разных подхода к проблеме взаимоотношений Человека и

Природы. Согласно *антропоцентрическому или технологическому* подходу эти взаимоотношения строятся по правилам, которые устанавливает сам человек. Этот подход ставит человека, его технологии, его «власть над природой» в центр экологических проблем. Окружающая среда для антропоцентристов является лишь препятствием в погоне за экономическим ростом. Согласно *биоцентрическому или экоцентрическому* подходу человек как биологический вид в значительной мере остается под контролем главных экологических законов, поэтому в своей хозяйственной деятельности обязан их учитывать. Это подход, ставящий в центр экологических проблем выносливость живой природы и зависимость от нее человеческого общества. Он характерен для экологов, биологов, аналитиков, воспринявших экологическую ориентацию глобальных проблем.

Одной из важнейших задач современного общества является нахождение компромисса между антропоцентризмом и экоцентризмом, что во многом определяет стратегию дальнейшего развития человеческого общества. Для перехода к устойчивому развитию необходимы осознание взаимосвязи между экономическими, социальными и экологическими проблемами и возможность претворять в жизнь эти принципы в профессиональной, общественной деятельности и повседневной жизни.

Изучение проблем любой науки, учебной дисциплины осуществляется с помощью соответствующих методов исследования, совокупность которых представляет собой ее методологию. Собственные методы экологии можно разделить на три группы: полевые, лабораторные и экспериментальные методы. В последние годы все большее значение приобретают методы математического моделирования. Быстро совершенствуются приемы глобального моделирования в области исследования климата, моделирования экономических процессов и воздействия их на биосферу. Кроме собственных методов экология применяет методы других наук: физики, химии, почвоведения, геологии, географии и т.д.

Целью курса является формирование у студентов экологического мировоззрения, основанного на знании экологических аспектов взаимодействия общества и природы на глобальном и региональном уровнях; влияния отдельных видов хозяйственной деятельности на человека и окружающую среду.

Основные задачи, которые экология должна решать в настоящее время следующие:

- ✓ разработка общей теории устойчивости экологических систем;

- ✓ изучение экологических механизмов адаптации к среде; исследование регуляции численности популяций;
- ✓ изучение биологического разнообразия и механизмов его поддержания;
- ✓ исследование продукционных процессов; исследование процессов, протекающих в биосфере, с целью поддержания ее устойчивости;
- ✓ моделирование состояния экосистем и глобальных биосферных процессов;
- ✓ прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий деятельности человека для окружающей среды;
- ✓ улучшение качества окружающей среды;
- ✓ сохранение, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов;
- ✓ оптимизация инженерных, экономических, организационно-правовых, социальных и иных решений для обеспечения экологически безопасного устойчивого развития.

Стратегическая задача экологии — развитие теории взаимодействия природы и общества на основе нового взгляда, рассматривающего человеческое общество как неотъемлемую часть биосферы.

Таким образом, экологическое образование — это целенаправленный процесс обучения личности и привития ей знаний о природе и формах отношения к ней человека и общества, развитие у нее эмоций и чувств, умений и навыков разумного поведения в природе и рационального потребления ее ресурсов. Остановить нарушение экологических законов можно, только подняв на должную высоту экологическую культуру каждого члена общества, основанную на глубоком понимании высшей ценности — гармоничного развития человека и природы. Это возможно сделать, прежде всего, через образование, через изучение основ экологии будущими специалистами.

1.2. Уровни биологической организации и экология

В настоящее время имеется множество схем, отражающих иерархическую соподчиненность уровней живого. Чаще всего выделяют до десяти уровней организации живой материи: молекулярно-генетический, органоидный, клеточный, тканевый, органный, организменный, популяционно-видовой, биоценотический, экосистемный и биосферный.

Все разнообразие живых систем с экологической точки зрения сводится к трем уровням: организменному, популяционному и экоси-

стемному.

Отличительные особенности организации живого на Земле состоят в следующем: все структурные уровни находятся в иерархическом соподчинении, свойства каждого отдельного уровня значительно сложнее и многообразнее предыдущего. Компетенция экологии начинается с организменного уровня.

На организменном уровне рассматриваются проблемы адаптации организмов, механизмы, обеспечивающие устойчивость их функционирования. Организм на этом уровне рассматривается как целостная система, взаимодействующая с внешней средой, как абиотической, так и биотической.

На популяционном уровне – это исследование форм взаимоотношений между организмами, обеспечивающих существование популяции (совокупность особей одного вида) как целостной саморегулирующейся системы. Основное здесь является определение свойств популяции, которые предоставляют возможность ее неограниченно длительного существования в постоянно изменяющихся условиях среды. Следует отметить, что популяционный уровень важен из-за возможности управления популяциями со стороны человека. В природе популяции разных видов объединяются в системы более высокого ранга — биологические сообщества или биоценозы.

Сообщество (биотическое) — это совокупность популяций, населяющих определенную территорию. Сообщества организмов связаны с неорганической природой энергетическими связями. Наименьшей единицей, к которой может быть применен термин «сообщество», является биоценоз.

Биоценоз — совокупность совместно обитающих популяций разных видов микроорганизмов, растений и животных (термин введен К. Мёбиусом в 1877 г.). В биоценозе популяции разных видов связаны между собой экологическими связями. Примеры биоценозов: сообщества нор, муравейники, биоценоз пшеничного поля и т. п.

Условия окружающей среды на определенной территории (воздух, вода, почвы и подстилающие их горные породы), в которых существуют все живые организмы, называют **биотопом**. Все компоненты биотопа не просто существуют рядом, а активно взаимодействуют между собой, создавая определенную биологическую систему — биогеоценоз.

Биогеоценоз – это определенная биологическая система, в которой все составляющие компоненты взаимодействуют между собой и с окружающей их средой. Таким образом, биогеоценоз представляет

собой более или менее устойчивую систему, включающую два нераздельных элемента: биоценоз и его биотоп. Понятие биогеоценоз введено в науку в 1940 г. русским ученым В.Н. Сукачевым. Биогеоценоз всегда явление естественное. Например, степные, луговые, болотные биоценозы.

Несколько раньше в 1935 г. английским ботаником А. Тенсли был введен термин «экосистема». *Экосистема* – это единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, в которой все компоненты связаны между собой обменом веществ и энергии. Экосистема понятие безразмерное, в отличие от биогеоценоза она может быть целиком искусственной. Например, аквариум, террариум, космический аппарат.

На экосистемном (биогеоценозическом) уровне основной задачей экологов является исследование закономерностей функционирования и продукционных процессов многовидовых биоценозов вместе с их неорганическим окружением.

На биосферном уровне выявляются причины и механизмы изменения биосферы, как глобальной экосистемы, в результате воздействия человеческой деятельности.

Обоснованность выделения этих уровней в экологии подтверждается тем, что в системах организменного, популяционного и экосистемного уровней организации происходят все биохимические, физиологические, биогеоценозические, биофизические и биогеохимические процессы, обеспечивающие существование и эволюцию биосферы. Изучая взаимосвязи живого с окружающей средой, экология решает разные задачи на каждом системном уровне организации жизни.

1.3. Биосфера: состав, строение. Учение В.И. Вернадского о биосфере

Возникновение жизни на Земле связано с биологическим круговоротом веществ в пределах границ, определяемых областью распространения живых организмов, т. е. биосферой. В настоящее время на Земле существует более 2 млн организмов, из них 0,5 млн – растения, 1,5 млн - животные и микроорганизмы. Возраст биосферы приблизительно 4 млрд лет. Впервые термин «биосфера» был введен в науку геологом из Австрии Э. Зюссом в 1875 г.

Биосфера (греч. *bios* – жизнь, *sphaira* – шар, сфера) – сложная наружная оболочка Земли, населенная организмами, составляющими в совокупности живое вещество планеты. **Биосфера** – внешняя оболочка Земли, в которую входит часть атмосферы до высоты 25–30 км

(до озонового слоя), практически вся гидросфера и верхняя часть литосферы примерно до глубины 3 км.

Особенностью этих частей является то, что они населены живыми организмами, составляющими живое вещество планеты. Живое вещество нашей планеты существует в виде огромного множества организмов разнообразных форм и размеров. Роль и значение биосферы для развития жизни на нашей планете оказались настолько велики, что уже в первой трети XX в. возникло новое фундаментальное научное направление в естествознании — учение о биосфере. Основоположником современного учения о биосфере является великий русский ученый Владимир Иванович Вернадский. Целостное учение о биосфере представлено в его ставшей классической работе «Биосфера» (1926). В своей книге «Биосфера» В. И. Вернадский впервые показал, что биосфера — закономерный результат развития нашей планеты, ее верхней области земной коры. Живые организмы в биосфере — не случайные гости, а часть закономерной организованности. В физико-химическом составе биосферы В. И. Вернадский выделяет семь основных компонентов:

- ✓ живое вещество - живые организмы;
- ✓ биогенное вещество - продукты жизнедеятельности живых организмов (каменный уголь, торф, нефть и т. п.);
- ✓ косное вещество - горные породы (минералы, глины);
- ✓ биокосное вещество - продукты распада и переработки горных и осадочных пород живыми организмами (почвы, ил);
- ✓ радиоактивные вещества, получающиеся в результате распада радиоактивных элементов (радий, уран, торий и т. д.);
- ✓ рассеянные атомы (химические элементы), находящиеся в земной коре в рассеянном состоянии;
- ✓ вещество космического происхождения – метеориты, протоны, нейтроны, электроны.

Сущность учения В. И. Вернадского заключена в признании исключительной роли «живого вещества», преобразующего облик планеты. В последние годы жизни ученый пришел к другому философскому открытию — идее перехода биосферы в ноосферу, или сферу разума. Изучая особенности развития научных знаний, В. И. Вернадский связывал их с историей человеческого общества и природы. Его глубоко интересовало влияние духовной жизни, идей на состояние общества и биосферы. Ученый считал, что с возникновением человека и развитием его производственной деятельности человечество

становится основным геологическим фактором всех происходящих в биосфере планеты изменений, приобретающих глобальный характер. Дальнейшее неконтролируемое развитие деятельности людей таит в себе большую опасность и потому, считал В.И. Вернадский, биосфера должна постепенно превращаться в ноосферу. Понятие «ноосфера» отражает будущее состояние рационально организованной природы, новый этап развития биосферы, эпоху ноосферы, когда дальнейшая эволюция планеты будет направляться разумом в целях обеспечения необходимой гармонии в сосуществовании природы и общества.

Ноосфера («мыслящая оболочка», сфера разума) — высшая стадия развития биосферы. **Ноосфера** — окружающая человека среда, в которой природные процессы обмена веществ и энергии контролируются обществом.

Особое значение в созидании ноосферы Вернадский связывал со становлением качественно нового типа отношения к природе — сознательного. Поэтому Вернадский ставит перед человеком задачу изменить свое отношение к биосфере, обеспечить сохранение всех природных ресурсов и сложившиеся механизмы ее функционирования и эволюции. Человек и общество будут в состоянии преобразовывать сами себя, если у них начнет формироваться экологическое сознание. Именно такая форма сознания должна определять отношение людей к природе.

Экологическое сознание — это совокупность развивающихся идей и представлений о взаимосвязях в системе «общество — природа» и в самой природе, ориентирующих общество на рациональные формы природопользования. Экологическое сознание выступает фактором, обеспечивающим рациональные формы взаимоотношений человека с природой, и формируется в процессе особой организации учебного и воспитательного процесса. Другими словами экологическое сознание — это качественно новая форма общественного сознания. При формировании у людей такого сознания будет воплощаться идея Вернадского о возможности сознательного отношения человека к биосфере и включение их в созидание ноосферы.

Человечество ныне столкнулось со сложнейшими глобальными экологическими проблемами, не знающими границ. Их решение осуществляется в рамках учения В. И. Вернадского о переходе биосферы в ноосферу. Принятая в 1992 г. на Международной конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро безальтернативная модель устойчивого развития мирового сообщества фактически

стала отправной точкой начала экологизации мировой экономики. Идеи русского ученого В. И. Вернадского о сбалансированности экономики и экологии, социально ориентированной политике общества и его демократизации находят свое отражение в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь.

Контрольные вопросы

1. Что такое экология? Что является предметом изучения экологии и почему? Назовите и объясните цели и основные задачи экологии.
2. Какие подходы выделяются при рассмотрении проблемы взаимоотношений Человека и Природы? Объясните, почему важно найти компромисс между ними?
3. Дайте характеристику основных уровней организации живой материи с экологической точки зрения. Обоснуйте выделение этих уровней в экологии.
4. Что такое биосфера? Назовите основные части биосферы. Какова особенность этих частей?
5. Что такое ноосфера и почему возникло это понятие?
6. Возможно ли возникновение ноосферы в результате коэволюции между человеческим обществом и природной средой?
7. Что такое экологическое сознание? Какова его роль в созидании ноосферы?
8. Почему каждому члену общества, в том числе инженерно-техническим работникам необходимы экологическое образование и культура?

Глава 2. ПОНЯТИЕ О СРЕДЕ ОБИТАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРАХ. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Рассматриваемые вопросы:

- 2.1. Среда обитания.
- 2.2. Экологические факторы: классификация, характеристика.
- 2.3. Природные ресурсы: использование, классификация.
- 2.4. Ресурсные циклы.

2.1. Среда обитания

То, что окружает организм и влияет на его жизнедеятельность, носит название «среда обитания».

Среда обитания — это природные тела и явления, с которыми организм находится в прямых или косвенных взаимоотношениях.

Различают абиотическую и биотическую среды обитания. *Абиотическая среда обитания* — это природные явления, происхождение которых не связано с жизнедеятельностью организмов. *Биотическая среда обитания* - это живая среда обитания.

В условиях нашей планеты существует четыре среды обитания для живых организмов: водная среда, наземно-воздушная, почвенная и живые существа, заселенные паразитами, полупаразитами и симбионтами. Несмотря на то, что живую природу почти всегда легко отличить и отделить от неживой, они не существуют отдельно, независимо. Благоприятные или неблагоприятные природные факторы образуют среду, к которой должна приспособиться не только единичная особь в ее борьбе за жизнь, но и вид в целом. Приспособленность вида к какой-либо постоянной среде обитания является предпосылкой его длительного стабильного существования.

Приспособление организма к среде обитания носит название «адаптация». Способность к адаптациям – одно из основных свойств жизни на нашей планете. Адаптации обеспечивают возможность существования организмов, возможность их выживания и размножения. Адаптации могут проявляться на разных уровнях существования живой материи — от клеточного и организменного до уровня организации сообществ и экосистем.

Каждая экосистема содержит совокупность животных и растительных организмов, которые по формам питания можно разделить на две группы: автотрофы и гетеротрофы.

Автотрофные организмы — зеленые растения, способные осуществлять фотосинтез и использующие минеральные элементы для роста и воспроизводства. К таким организмам относятся фотосинтезирующие зеленые растения суши и водной среды, сине-зеленые водоросли и др. Фотосинтезирующие растения продуцируют пищу для всех остальных организмов экосистемы, поэтому их называют *продуцентами*.

Гетеротрофные организмы — организмы, которым для питания необходимы органические вещества, т. е. они потребляют только готовые органические вещества. К ним относятся все животные и человек, грибы и др. В свою очередь все гетеротрофы подразделяются на две группы: консументы и редуценты. *Консументы* — это потребители органических веществ. К консументам относятся как простейшие, черви, рыбы, насекомые и другие членистоногие, пресмыкающиеся, птицы, так и млекопитающие, включая человека. *Редуценты* — организмы, разлагающие мертвое органическое вещество. К ним относятся всевозможные сапрофитные бактерии, грибы и животные — детритофаги, питающиеся мертвым или частично разложившимся органическим веществом — детритом. Редуценты в почве — это клещи, земляные черви; в водных экосистемах — моллюски, крабы, черви.

Живое вещество находится в постоянном энергетическом обмене с внешним миром. Оно является основным организующим элементом в поддержании круговорота веществ, обеспечении динамического равновесия экологических систем. Выделяют два основных круговорота веществ в природе: большой (геологический) и малый (биогеохимический).

Большой круговорот веществ в природе (геологический) обусловлен взаимодействием солнечной энергии с глубинной энергией Земли и осуществляет перераспределение вещества между биосферой и более глубокими горизонтами Земли. Большой круговорот происходит на протяжении всего геологического развития Земли и выражается в переносе воздушных масс, продуктов выветривания, воды, растворенных минеральных соединений, загрязняющих веществ. Символом круговорота веществ является спираль. Это означает, что новый цикл круговорота не повторяет в точности старый, а вносит что-то новое, что со временем приводит к весьма значительным изменениям.

Малый круговорот веществ в биосфере (биогеохимический) в отличие от большого круговорота, совершается лишь в пределах био-

сферы. Сущность биогеохимического круговорота веществ заключается в образовании живого вещества из неорганических соединений в процессе фотосинтеза и в превращении органического вещества при разложении вновь в неорганические соединения. Этот круговорот для жизни биосферы — главный, и он сам является порождением жизни. Изменяясь, рождаясь и умирая, живое вещество поддерживает жизнь на нашей планете, обеспечивая биогеохимический круговорот веществ. Особую роль в сохранении биосферы принадлежит человеку. Именно разумный человек должен взять на себя ответственность за сохранение жизни на Земле. Когда человек с помощью Разума сумеет вписать свою деятельность в глобальный цикл метаболизма биосферы, тогда и наступит следующая фаза эволюции жизни – ноосфера, которая оправдает название самого молодого биологического вида — Человек разумный.

2.2. Экологические факторы: классификация, характеристика

Воздействие среды воспринимается организмами через посредство факторов среды, называемых экологическими.

Экологический фактор – это любое условие среды, способное оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы.

В свою очередь организм реагирует на экологический фактор приспособительными реакциями. Экологические факторы среды, с которыми связан любой организм, делятся на две категории: факторы неживой природы (абиотические) и факторы живой природы (биотические). Существует и другая классификация экологических факторов, согласно которой выделяют три группы: абиотические; биотические; антропогенные факторы.

Абиотическими факторами называют всю совокупность факторов неорганической среды, влияющих на жизнь и распространение животных и растений. Абиотические факторы делят на четыре подгруппы:

- ✓ климатические факторы: температура, свет, влага, атмосферные газы, биогенные вещества, геофизические поля и др.;
- ✓ почвенные (эдафические) факторы: состав почвы, влажность почвы и др.;
- ✓ орографические (рельеф, высота над уровнем моря, экспозиция склона);
- ✓ химические (состав воздуха, почвы; солевой состав воды; кислот-

ность и др.).

Биотические факторы — совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а также на неживую среду обитания. Среди биотических выделяют три подгруппы факторов: фитогенные (растения); зоогенные (животные); микробиогенные (вирусы, бактерии).

По виду взаимодействия биотические факторы могут классифицироваться на факторы взаимодействия между особями одного вида (внутривидовые взаимодействия между особями одного и того же вида) и факторы взаимодействия между особями различных видов (межвидовые взаимоотношения: хищничество, паразитизм, симбиоз, конкуренция и др.).

Антропогенные факторы — факторы, порожденные человеком и воздействующие на окружающую среду. Воздействие человека на окружающую среду может носить как созидательный, так и разрушительный характер. В результате развития техногенной цивилизации с ее потребительскими формами отношения людей к природе человек оказался единственным видом, который нарушил законы природы, что привело к обострению противоречий в системе «общество — природа». Они стали выражением современного экологического кризиса. Только признание Земли как общей родины всех людей и их ответственности за ее сохранение для последующих поколений сможет смягчить экологические взаимоотношения с природой и направлять их по конструктивному, а не разрушительному пути.

Взаимовлияние различных экологических факторов нашло отражение в законах Ю. Либиха, В. Р. Вильямса, Ф. Шелфорда. Впервые на значение лимитирующих факторов указал немецкий агрохимик Ю. Либих в середине XIX в., вывив *закон минимума*: урожай (продукция) зависит от фактора, находящегося в минимуме. Но оказалось, что минеральные вещества при оптимальном содержании их в почве, снижают урожай, если они в избытке. Значит, факторы могут быть лимитирующими, находясь и в максимуме.

Лимитирующими экологическими факторами следует называть такие факторы, которые ограничивают развитие организмов из-за недостатка или их избытка по сравнению с потребностью (оптимальным содержанием). Их иногда называют ограничивающими факторами.

Несмотря на взаимовлияние экологических факторов, все-таки они

не могут заменить друг друга, что и нашло отражение в законе независимости факторов В. Р. Вильямса. *Закон независимости факторов В. Р. Вильямса*: условия жизни равнозначны, ни один из факторов жизни не может быть заменен другим. Например, нельзя действие влажности (воды) заменить действием солнечного света и т. д.

Наиболее полно и в наиболее общем виде всю сложность влияния экологических факторов на организм отражает закон толерантности В. Шелфорда. *Закон толерантности В. Шелфорда* гласит отсутствие или невозможность процветания определяется недостатком (в качественном или количественном смысле) или, наоборот, избытком любого из ряда факторов, уровень которых может оказаться близким к пределам переносимого данным организмом. Эти два предела переносимые рассматриваемым организмом и называют пределами толерантности. *Предел толерантности организма* — интервал между экологическим минимумом и максимумом, в пределах, которых только и может существовать данный организм.

Диапазон толерантности организма не остается постоянным — он, например, сужается, если какой-либо из факторов близок к какому-либо пределу, или при размножении организма, когда многие факторы становятся лимитирующими. Значит, и характер действия экологических факторов при определенных условиях может меняться, т. е. он может быть, а может и не быть лимитирующим.

2.3. Природные ресурсы: использование, классификация

Природная среда служит естественным базисом хозяйственной деятельности людей. С точки зрения потребностей общества все тела и силы природы условно подразделены на две группы: природные ресурсы и природные условия.

Природные условия — это элементы природы, которые непосредственно не используются в процессе производства, но оказывают влияние на жизнедеятельность людей. Природные условия могут, как благоприятствовать хозяйственной деятельности человека (оптимальный температурный режим, достаточная увлажненность воздуха и т.п.), так и негативно сказываться на хозяйственной деятельности человека — высокогорный рельеф, суровый климат, пустыни затрудняют хозяйственное освоение территории.

Природные (или естественные) ресурсы — это тела и силы при-

роды, которые при данном уровне развития производительных сил могут быть использованы в качестве предметов потребления (питьевая вода, промысловые животные, рыба и т.п.) или средств производства (предметов и средств труда), составляя его сырьевую и энергетическую базу. К средствам труда относятся: земля, как сила ветра, сила падающей воды, и т.д. К предметам труда относят: залежи полезных ископаемых, естественные леса, рыбные ресурсы внутренних водоемов, морей и т. д. Разграничение элементов природы на условия и ресурсы в значительной степени условно, поскольку одни и те же элементы могут выступать и как условия, и как ресурсы. Критериями включения тех или иных элементов природы в состав ресурсов являются: техническая возможность и экономическая целесообразность их использования, а также уровень их изученности.

При изучении естественных ресурсов важное значение имеет их научная классификация, то есть разделение их на группы по функционально значимым признакам. Различают следующие классификации естественных ресурсов: природная (или естественная) по их происхождению (генезису), экологическая, хозяйственная (экономическая), рыночная.

Естественные ресурсы, как тела и силы природы, могут классифицироваться по их происхождению, принадлежности к определенным компонентам природы. Это так называемая *природная, или естественная классификация*, согласно которой выделяются следующие основные группы естественных ресурсов: минеральные (полезные ископаемые); водные; земельные; биологические (растительного и животного происхождения) и др.

В основу *экологической классификации* положен признак исчерпаемости природных ресурсов. С этих позиций экологическая классификация включает: неисчерпаемые ресурсы (энергия солнца, ветра, движущейся воды, внутреннего тепла Земли и т.п.); исчерпаемые ресурсы (минеральные ресурсы).

В основе *хозяйственной классификации* заложено преимущественное использование ресурсов в различных подразделениях народного хозяйства. Хозяйственная (экономическая) классификация естественных ресурсов выделяет две группы ресурсов: ресурсы материального производства: промышленные (топливные, энергетические, металлические руды и др.); сельскохозяйственные (земельные, климатические ресурсы и др.); строительные (минеральные строительные материалы, древесина и др.) и другая группа — ресурсы сферы услуг: прямо-

го потребления (питьевая вода, дикорастущие растения и т.п.); косвенного использования (климатические ресурсы для отдыха и лечения, водоемы и леса для спортивных целей, эстетические ресурсы ландшафта и др.).

В условиях формирования рыночных отношений практический интерес представляет классификация природных ресурсов как предметов торговли. Такая классификация получила название *рыночной классификации*. В соответствии с рыночной классификацией выделяют три следующие группы: ресурсы стратегического назначения, ресурсы экспортного значения и ресурсы внутреннего рынка.

Ресурсы стратегического назначения — это ресурсы, торговля которыми должна быть строго ограничена, поскольку может привести к подрыву безопасности государства (например, урановые руды и другие радиоактивные природные компоненты). К ресурсам экспортного значения относят ресурсы, обеспечивающие основной приток валютных поступлений в страну. Ресурсы внутреннего рынка — ресурсы, имеющие, как правило, повсеместное распространение.

Использование различных классификаций позволяет выявить закономерности формирования группировок ресурсов, их генетические особенности, возможности хозяйственного использования и диверсификации, а также сделать выводы о степени изученности природно-ресурсного потенциала, направлениях его рационального использования и охраны.

Использование природных ресурсов, сознательное изменение природных условий (мелиорация, регулирование рек и т.п.) всегда выступали в деятельности людей средством решения социально-экономических задач. Более того, природные ресурсы — это естественная база развития экономики страны, поэтому весьма существенной является экономическая оценка всего комплекса природных ресурсов, которая позволяет выявить *ресурсообеспеченность территории* и определить практические меры по обеспечению ее недостающими ресурсами на перспективу. С этих позиций важным является установление природно-ресурсного потенциала территории.

Под природно-ресурсным потенциалом понимают совокупность природных ресурсов региона, которые используются или могут быть использованы в хозяйстве с учетом тенденций научно-технического прогресса.

Величина природно-ресурсного потенциала определяется как сумма потенциалов отдельных видов природных ресурсов и зависит от це-

лого ряда факторов, важнейшими из которых являются численность имеющихся в регионе природных ресурсов, их количественные и качественные характеристики (величина запасов, мощность пластов и т.д.), комплексность использования каждого вида природных ресурсов.

Природно-ресурсный потенциал страны и отдельных ее регионов изменяется в процессе природопользования. С одной стороны, изменение природно-ресурсного потенциала может быть обусловлено истощением отдельных видов природных ресурсов вследствие их исчерпаемости и нерационального использования. С другой стороны, рациональное их использование и научно-технический прогресс открывает возможности вовлечения в народнохозяйственный оборот новых видов природных ресурсов, расширения сырьевой и топливно-энергетической базы страны.

2.4. Ресурсные циклы

Важным вопросом проблемы «человек - общество - природа» является исследование взаимодействия природы и общества как специфических, разнокачественных, взаимопроникающих систем. Взаимодействие экономической и природной систем осуществляется путем обмена веществ и энергией. Для того чтоб проанализировать, как происходит обмен вещества и энергии между двумя системами используется метод ресурсных циклов.

Под ресурсным циклом понимается совокупность превращений и перемещений определенного природного вещества (или группы веществ), которые происходят в процессе его использования человеком (включая добычу, переработку, потребление и обратное возвращение в природу) и протекают в рамках общественного звена общего круговорота данного вещества (или веществ) на Земле.

Ресурсные циклы базируются на использовании различных видов естественных ресурсов (энергетических, рудных, земельных, лесных и т.д.). В современном общественном производстве выделяют шесть ресурсных циклов: цикл энергоресурсов и энергии; цикл металлорудных ресурсов и металлов; цикл неметаллического ископаемого сырья (горно-химических, минерально-строительных материалов и др.); цикл лесных ресурсов и лесоматериалов; цикл земельно-климатических ресурсов и сельскохозяйственного сырья; цикл ресурсов дикой фауны и флоры.

Ресурсные циклы, базирующиеся на использовании возобновляемых природных ресурсов (почвы, растительность, животный мир), в отличие от других ресурсных циклов имеют стадию возобновления этих ресурсов.

Благодаря научно-техническому прогрессу в ресурсные циклы вовлекается все большее количество «вторичных материалов» (металлолома, макулатуры, изделий из нефтехимического сырья и др.), что приводит к экономии первичных природных ресурсов.

Знание ресурсных циклов позволяет раскрыть пути взаимодействия человека и природы, провести количественный анализ природных ресурсов, определить экономическую эффективность производства, наметить пути совершенствования их использования и диверсификации.

Контрольные вопросы

1. Что такое среда обитания? Какие среды заселены живыми организмами?
2. Что такое адаптация, каково ее значение?
3. На какие группы делятся все живые организмы экосистем? Какие организмы к ним относятся?
4. Дайте характеристику основных круговоротов веществ в природе. Назовите основные источники энергии этих круговоротов.
5. Какие Вы знаете группы экологических факторов? Какова взаимосвязь между ними?
6. Что такое антропогенные факторы? Как они воздействуют на окружающую среду?
7. Объясните закон В. Шелфорда. Что понимается под диапазоном толерантности организма?
8. Дайте характеристику классификаций природных ресурсов. Объясните, для чего необходимо их знать?
9. Что такое ресурсные циклы? Для чего используется метод ресурсных циклов? Назовите основные пути повышения эффективности функционирования ресурсных циклов.

Глава 3. ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ КОНЦЕПЦИЯ

Рассматриваемые вопросы:

- 3.1. Популяционная экология.
- 3.2. Биоценоз как биологическая система.
- 3.3. Экологические системы.

3.1. Популяционная экология

Раздел экологии, изучающий популяции, носит название *популяционной экологии* или *демэкологии*. Основным объектом исследования в популяционной экологии являются популяции животных или растений в естественных природных условиях.

Популяция (от лат. *populus* — население) — совокупность особей одного вида, обитающих на общей территории (ареал) в сходных экологических условиях, имеющих общий генофонд (совокупность генов), свободно скрещивающихся между собой и дающих плодовитое потомство. Популяция — это первая *надорганизменная* макро-система организации жизни, которая делает вид потенциально бес- смертным.

В популяции происходит самовоспроизводство живого вещества, она обеспечивает выживание вида благодаря наследственности адаптационных качеств, она дает начало новым популяциям и процессам видообразования, т. е. является элементарной единицей эволюционного процесса.

Целью популяционной экологии является разработка научных основ сохранения видов растений и животных, которым угрожает исчезновение.

К задачам популяционной экологии относят: получение необходимых сведений о состоянии той или иной популяции; поиск путей предотвращения полного вымирания промысловых животных при их хозяйственном использовании. Решение подобной задач возможно лишь при детальном изучении таких популяционных параметров, как пространственные изменения популяции (изучение миграционных процессов) и изменения во времени (динамика числа особей данного вида). Различают биологические и групповые свойства популяций.

Биологические свойства популяции — это свойства, которые ха-

рактируют жизненный цикл популяции. Биологические свойства присущи как популяции в целом, так и составляющим ее организмам. Популяция, как и отдельный организм, растет, дифференцируется, размножается, саморегулируется, стареет и отмирает.

Групповые свойства популяций — это такие свойства, которые присущи популяции как самостоятельной биологической системе, но не присущи отдельно взятому организму. Групповые свойства популяции делятся на два вида: статические (пространственные) и динамические (временные).

Статические свойства популяции — это такие свойства, которые присущи ей в любой момент времени. К статическим свойствам относят численность, плотность, показатели структуры популяции.

Численность популяции — это число особей на данной территории или в данном объеме. Численность популяции никогда не бывает постоянной и зависит от постоянно действующих экологических факторов и биологической специфичности вида: На динамику и изменение численности популяции могут влиять изменение экологических условий существования; изменение интенсивности размножения и смертности.

Плотность популяции — это число особей (или их биомасса) на единице площади или в единице объема жизненного пространства. Плотность выражают числом особей (или биомассой) популяции на единицу площади или объема. Например, плотность населения — количество человек, приходящееся на один квадратный километр; для гидробионтов — это количество особей на единицу объема и т. д.

Численность и плотность популяции постоянно изменяются, но их колебания ограничиваются верхним и нижним пределами. *Верхний предел численности и плотности* называется *емкостью среды*. Верхний предел плотности называется *плотностью насыщения*. Верхний предел численности и плотности зависит от количества корма, площади занимаемой территории, напряженности экологических факторов, поэтому эти показатели колеблются для разных популяций вида. Если численность популяции достигает верхнего предела, то из-за нехватки корма начинается гибель особей, из-за повышенной контактности могут возникать эпидемии, что может привести к гибели всей популяции. *Нижний предел численности и плотности популяции* — это минимальное количество особей, необходимое для формирования группы, способной обеспечить воспроизводство и дальнейшее ее длительное существование. Этот предел зависит от биологи-

ческих свойств вида и является величиной, постоянной для всех популяций в пределах вида. Снижение численности и плотности меньше нижнего предела приводит к ослаблению защитных реакций популяции, снижению ее плодовитости, что неизбежно приводит к вымиранию популяции. У двуполовых видов достаточно для вымирания популяции, чтобы вымер один из полов. Вот почему популяции с малой численностью особей долго существовать не могут.

К показателям структуры популяции относят следующие показатели: половая, размерная, возрастная.

Половая структура — соотношение полов в популяции. Половая структура популяции — важнейший фактор, влияющий на воспроизводство популяции, ее устойчивость. Неодинаковая смертность мужских и женских особей в популяции может привести к нарушениям в соотношении полов, что влияет на дальнейший рост численности в популяции.

Размерная (пространственная) структура популяции — соотношение количества особей разных размеров. Например, при сокращении количества корма животные расширяют свою территорию; чем крупнее животное, тем большая ему нужна площадь на добычу пищи. Пространственная структура имеет важное экологическое значение, так как она обеспечивает взаимодействие особей внутри популяции, позволяет эффективно использовать ресурсы среды, снижать внутривидовую конкуренцию.

Возрастная структура — соотношение количества особей различного возраста в популяции. В возрастном составе популяции организмов выделяют три возрастные группы, отличающиеся по отношению к воспроизводству: пререпродуктивные особи — молодые особи, не достигшие полового созревания, и не способные давать потомство; репродуктивные особи — половозрелые особи, дающие потомство; пострепродуктивные особи — старые особи, утратившие функцию размножения и поэтому не дающие потомства. Таким образом, возрастная структура определяет способность популяции к размножению и функционированию в будущем: популяция с большой долей молодых особей является быстрорастущей; при большой доле старых особей численность популяции снижается.

Динамические свойства популяции — это свойства, для определения которых требуется промежуток времени. К динамическим свойствам популяции относят рождаемость, смертность, рост численности, биотический потенциал.

Рождаемость — это число особей, рождающихся в популяции за единицу времени. В зависимости от экологических условий в которых находится популяция, различают физиологическую рождаемость и экологическую рождаемость. *Физиологическая (максимальная) рождаемость* — это теоретический максимум скорости появления новых особей в идеальных условиях (лимитирующие экологические факторы отсутствуют). Она зависит от наследственных факторов и постоянна для всех популяций данного вида. *Экологическая рождаемость* — это увеличение численности популяции при фактических условиях среды. Эта величина непостоянная и зависит от структуры популяции и условий среды. Разница между физиологической и экологической рождаемостью является критерием качества среды.

Смертность — это свойство популяции снижать свою численность в единицу времени за счет гибели особей. Различают два вида смертности физиологическую и экологическую. *Физиологическая (минимальная) смертность* — гибель особей в идеальных условиях среды. Она определяется наследственными факторами и является постоянной величиной для популяций в пределах вида. *Экологическая (реализованная) смертность* — гибель особей в конкретных экологических условиях среды. Это величина для разных популяций в пределах вида непостоянна и зависит от условий среды, полового и возрастного состава популяции.

Скорость изменения численности популяции (скорость роста популяций) — это убыль или прибыль организмов в популяции. Данный показатель зависит не только от рождаемости и смертности, но и от скорости их иммиграции и эмиграции, т. е. от количества особей, прибывших и убывших в популяции в единицу времени.

Биотический потенциал роста — теоретический максимум потомков от одной пары (или одной особи) за единицу времени (за год, за весь жизненный цикл) при реализации способности организмов увеличивать численность в геометрической прогрессии. Биотический потенциал популяций огромен. Реализация биотического потенциала ограничивается действием различных экологических факторов (ограниченностью ресурсов, отрицательными взаимоотношениями между организмами) и может проявляться лишь в отдельных случаях в течение короткого промежутка времени. Как правило, чем ниже уровень организации организмов, чем меньше их размеры, тем выше биотический потенциал.

Продолжительность жизни вида зависит от всей совокупности факторов, в которых он живет.

3.2. Биоценоз как биологическая система

В природе популяции разных видов объединяются в системы более высокого ранга — сообщества.

Сообщество (биотическое) — это совокупность популяций, населяющих определенную территорию. Сообщества организмов связаны с неорганической природой энергетическими связями. Наименьшей единицей, к которой может быть применен термин «сообщество», является биоценоз. Термин «биоценоз» впервые применил Мёбиус (1877).

Биоценоз — совокупность совместно обитающих популяций разных видов микроорганизмов, растений и животных. Биоценоз — это надорганизменная система, состоящая из трех компонентов: растительности, животных и микроорганизмов. Стабильность сообщества определяется регуляцией численности одних видов другими, а его размеры зависят от внешних причин — от величины территории с однородными абиотическими свойствами, т. е. биотопа.

Биотоп — это условия окружающей среды на определенной территории: воздух, вода, почвы и подстилающие их горные породы. Иными словами, биотоп — это пространство, занимаемое биоценозом. Границы биоценоза совпадают с границами биотопа и с границами *экосистемы*. Таким образом, когда речь идет об экосистемах, под биотическим сообществом понимается биоценоз.

Выделяют два вида структуры биоценозов: видовую и пространственную.

Видовая структура биоценоза характеризуется видовым разнообразием и количественным соотношением видов, зависящих от ряда факторов (пищевые ресурсы, температура, влажность и т. д.). Видовая структура биоценоза характеризуется видовым разнообразием и количественным соотношением видов, зависящих от ряда факторов. *Бедные видами биоценозы* обычно считаются, если они содержат десятки и сотни видов растений и животных. Биоценозы (сообщества) экосистем высоких широт, пустынь и высокогорий наиболее бедны видами. Здесь могут выжить организмы, жизненные формы которых приспособлены к таким условиям. *Богатые видами природные биоценозы* обычно считаются, если они содержат несколько тысяч или десятки тысяч видов растений и животных. Богатые видами биоценозы — тропические леса, с разнообразным животным миром и где трудно найти даже два рядом стоящих дерева одного вида.

Видовое разнообразие является основой биологического разнообразия.

разия в живой природе. Благодаря биоразнообразию повышается эффективность функционирования систем. При возрастании видового разнообразия снижается уровень доминирования, увеличивается выравненность, становятся длиннее трофические цепи, усложняется структура сообщества. В итоге многовидовые сообщества с малым доминированием более защищены от вторжения чуждых видов. Причем элементы сообщества должны быть не просто разнообразны. Разнообразие одних продуцентов не дает системы без разнообразия консументов и редуцентов, взаимосвязанных между собой и функционально дополняющих друг друга. Таким образом, разнообразию форм жизни должно соответствовать и разнообразие жизненных процессов. В конечном счете, устойчивость систем базируется на разнообразии. Формы биоразнообразия составляют главный возобновимый ресурс планеты, без которого не возможен дальнейший прогресс цивилизации. Одной из сложных проблем современности является проблема сохранения биоразнообразия. Утеря разнообразия происходит по многим причинам, и прежде всего в связи с преобразованием или полным разрушением местообитаний в природе обусловленное антропогенным фактором. В сохранении биологического и ландшафтного разнообразия в Республике Беларусь главная роль принадлежит особо охраняемым природным территориям (ООПТ). В настоящее время в Беларуси функционируют один заповедник — Березинский биосферный заповедник; четыре национальных парка — Беловежская пуща, Припятский, Браславские озера и Нарочанский; заказники, а также памятники природы республиканского и местного значения, площадь и количество которых по годам изменяется. В соответствии с законодательством на территории национальных парков и заказников охрана биологического и ландшафтного разнообразия сочетается с ограниченной хозяйственной деятельностью и развитием туризма.

Виды в биоценозе образуют и определенную пространственную структуру. *Пространственная структура* четко определяется в вертикальном ярусном строении в лесах умеренного и тропического поясов. Например, в широколиственных лесах можно выделить 5—6 ярусов. Под воздействием растительности, в вертикальном направлении, изменяется микросреда, (температура, газовый состав, влажность и т.п.). Изменения микросреды способствуют образованию и определенной ярусности фауны — от насекомых, птиц и до млекопитающих. Ярусность наблюдается и в травянистых сообществах, но не столь явно, как в лесах. Пространственная структура биоценозов хо-

рошо прослеживается и в морских экосистемах. Морские экосистемы имеют горизонтальную и вертикальную зональность. Горизонтальная зональность выражена для дна и воды. Вертикальная зональность представлена световой стратификацией, обусловленной глубиной проникновения солнечного света. Пространственная структура распределения живых организмов четко прослеживается и в самой биосфере. Помимо ярусности в пространственной структуре биоценоза наблюдается *мозаичность* — изменение растительности и животного мира по горизонтали, которая зависит от разнообразия видов, количественного их взаимоотношения, от изменчивости ландшафтных, почвенных условий. Мозаичность также может возникнуть и искусственно — в результате вырубки лесов человеком. На вырубках формируется новое сообщество.

Совокупность множества параметров среды, определяющих условия существования того или иного вида, или его функциональные характеристики (обмен веществ и энергии), представляет собой экологическую нишу.

Экологическая ниша — это совокупность факторов среды, в которых обитает тот или иной вид организмов, его место в природе, в пределах которого данный вид может существовать неограниченно долго. В природе не бывает пустующих ниш, на этом базируется правило обязательности заполнения ниш.

Таким образом, устойчивость (гомеостаз) биоценозов зависит, прежде всего, от изменений в структуре сообществ, динамики видового разнообразия, от изменения абиотических факторов среды обитания, от вмешательства человека и др.

3.3. Экологические системы

Функционируя в непрерывном единстве, биоценоз и биотоп образуют биогеоценоз, или экосистему. Термин «биогеоценоз» ввел в науку выдающийся русский ученый академик В.Н. Сукачев в 1942 г. Он является основоположником науки о биогеоценозах — биогеоценологии.

Биогеоценоз — это исторически сложившаяся совокупность на известной протяженности земной поверхности однородных природных явлений — атмосферы, горной породы, гидрологических условий, растительного и животного мира, микроорганизмов и почвы. Биогеоценоз — это элементарная наземная экосистема, единица биосферы,

главная форма существования природных экосистем, поэтому биогеоценоз — это понятие всегда естественное. Поэтому понятие «экосистема» шире, чем понятие «биогеоценоз». Термин «экосистема» ввел в науку английский ученый А. Тенсли в 1935 г.

Экосистема — это единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, в которой все компоненты связаны между собой обменом веществ и энергии. *Экосистема* — это исторически сложившаяся совокупность биоценоза и биотопа, основу которой составляет метаболизм ее компонентов — обмен веществом и энергией. Понятие экосистема безразмерное. Экосистема в отличие от биогеоценоза может быть целиком искусственной. Например, аквариум, космический аппарат и др.

Можно выделить следующие особенности функционирования экосистем: природные экосистемы — это открытые системы; экосистемы являются совокупностью живых и неживых компонентов; экосистемы — саморегулирующиеся системы.

Природные экосистемы как открытые системы должны получать и отдавать вещества и энергию. И отдельные организмы, и надорганизменные уровни организации живого являются открытыми неравновесными термодинамическими системами, которые постоянно обмениваются с окружающей средой веществом и энергией. В растениях в процессе фотосинтеза при участии хлорофилла, поглощающего солнечную энергию, образуются углеводы. Ассимиляция углекислого газа в зернах хлорофилла — самое замечательное свойство зеленых растений. Это единственный природный процесс связывания солнечной энергии, притекающей на нашу планету. Только благодаря ей из простых веществ — углекислого газа, воды и минеральных солей, не содержащих энергии и не способных при обычных условиях совершать химическую работу, создаются сложнейшие органические соединения, обладающие высокой потенциальной энергией. В дальнейшем отношения между растениями и животными, хищником и жертвой, численностью и видовым составом организмов в каждом конкретном их местообитании лимитируются и управляются потоком энергии, которая в конечном итоге превращается из ее концентрированных форм в рассеянные.

Каждая экосистема имеет свое материально-энергетическое обеспечение; структуру, основанную на пищевых (трофических) взаимоотношениях в определенных условиях среды. Эта структура образована тремя группами автотрофных и гетеротрофных организмов:

продуценты, консументы и редуценты, каждая из которых выполняет свою работу в круговороте веществ и энергии. Главным предметом исследования при экосистемном подходе становятся процессы трансформации вещества и энергии между биотой и физической средой, т. е. возникающий биогеохимический круговорот веществ в экосистеме в целом. С точки зрения пищевых взаимодействий организмов, трофическая структура экосистемы делится на два яруса. Это *верхний — автотрофный ярус*, или «зеленый пояс», включающий фотосинтезирующие организмы, создающие сложные органические вещества из неорганических простых соединений и *нижний — гетеротрофный ярус*, или «коричневый пояс» почв и осадков, в котором преобладает разложение отмерших органических веществ снова до простых минеральных элементов. Приведем классификации экосистем по различным признакам.

По размерам занимаемого пространства экосистемы классифицируют следующим образом:

- ✓ микроэкосистемы (гниющее дерево в лесу, подушка лишайника);
- ✓ мезоэкосистемы (пруд, поле, сосновый лес, степь и др.);
- ✓ макроэкосистемы (континент, море, пустыня, океан);
- ✓ глобальная экосистема (биосфера Земли).

В зависимости от условий существования экосистемы планеты Земля классифицируют на три группы:

- ✓ наземные,
- ✓ пресноводные,
- ✓ морские.

Наземные экосистемы представлены крупными сочетаниями экосистем однородных ландшафтных и природно-климатических регионов — биомами. Биом — это природная зона или область с определенными климатическими условиями и соответствующим набором доминирующих видов растений и животных, составляющих географическое единство. Главным фактором выделения биомов является доминирующая растительность региона определенной природно-климатической зоны. К наземным экосистемам относят: тундры, тропические леса, пустыни, тайги, степи и др. Пресноводные экосистемы по сравнению с другими экосистемами занимают наименьшую часть Земного шара. Они являются единственным источником пресной воды, необходимой для существования живого. К пресноводным экосистемам относят: озера, пруды, реки, ручьи, болота. Морские экосистемы занимают 70 % поверхности Земли. К ним относят:

океаны, моря, лиманы. В морских экосистемах происходит постоянная циркуляция воды. Разница температур на полюсах и экваторе порождает мощные ветры. В результате суммарного действия ветров и вращения Земли вокруг своей оси образуются экваториальные течения и глубинные течения, которые обеспечивают эффективное перемешивание воды и насыщение ее кислородом. Морские экосистемы имеют высокую соленость воды. В морских экосистемах происходят периодические приливы и отливы, вызываемые притяжением Луны и Солнца, которые повторяются каждые 12,5 ч. Высота приливов достигает 3—12 м. Морские экосистемы непрерывны, все моря и океаны соединены между собой.

Представляя экосистемы, как совокупность живых и неживых компонентов выделим основные из них. К основным компонентам экосистемы относят:

- ✓ неорганические вещества (азот, фосфор, калий и др.);
- ✓ органические соединения (белки, гумусовые вещества и др.), связывающие биотическую и абиотическую части;
- ✓ воздушную, водную и субстратную среду, включающую абиотические факторы;
- ✓ продуценты, консументы, и редуценты.

Эффективность использования энергии, а следовательно, выживания организмов связана с размерами и сложностью экологической системы. Отсюда вытекает следующий признак экосистем. *Экосистемы — это саморегулирующиеся системы*, т.е. для управления экосистемами не требуется энергия из вне. Более крупная система имеет больше шансов на выживание, что отражает закон обеднения разнообразия в островных сгущениях (закон Хильми). Данный закон гласит: система, существующая в среде с более низким уровнем организации, чем уровень самой системы, обречена на постепенную деградацию. Наиболее устойчивы крупные экосистемы и самая стабильная из них — биосфера. Это объясняется тем, что в больших экосистемах создается саморегулирующий гомеостаз за счет взаимодействия круговоротов веществ и потоков энергии.

Гомеостаз — способность биологических систем — организма, популяции и экосистем противостоять изменениям и сохранять равновесие. Сохранение естественных экосистем, биологического, ландшафтного разнообразия Беларуси призвана обеспечить национальная экологическая сеть. Размещение основных элементов экологической сети определено «Схемой экологической сети Республики Беларусь»,

разработанной Национальной академией наук Беларуси в 2005 году. Предпринимаются практические меры по дальнейшему формированию Национальной экологической сети, а также по интеграции ее в общеевропейскую экологическую сеть.

Контрольные вопросы

1. Что такое популяционная экология? Назовите основную цель и задачи популяционной экологии.
2. Что отражают статистические показатели популяции?
3. Какие процессы характеризуют динамические показатели популяции?
4. Почему видовое разнообразие является основой биологического разнообразия в живой природе?
5. Что понимается под экосистемой? В чем различие биогеоценоза и экосистем?
6. Дайте характеристику классификаций экосистем. Какие экосистемы считаются более устойчивыми? Объясните, почему?

Раздел II. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА БИОСФЕРУ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА БИОСФЕРЫ

Глава 4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Рассматриваемые вопросы:

4.1. Общие инженерные принципы рационального природопользования.

4.2. Инженерная экологическая защита.

4.1. Общие инженерные принципы рационального природопользования

В истории формирования природоохранной концепции выделяют несколько последовательных этапов: видовая и заповедная охрана природы; охрана природы; рациональное использование природных ресурсов; охрана среды обитания человека; охрана окружающей среды. Соответственно расширялось и углублялось само понятие природоохранной деятельности.

Отрасль экологии, изучающую экологические принципы, необходимые для устойчивого развития человеческого сообщества, часто называют наукой об окружающей среде.

Охрана окружающей среды — представляет собой систему государственных и общественных мер (технологических, экономических, административно — правовых, просветительных, международных), направленных на гармоничное взаимодействие общества и природы, сохранение и воспроизводство действующих экологических сообществ и природных ресурсов во имя живущих и будущих поколений. Охрана окружающей среды тесно связана с природопользованием — одним из разделов прикладной экологии.

Природопользование — это форма выражения взаимодействия общества с природой.

Понадобился достаточно долгий и трудный опыт науки и практики для осознания того, что разрозненные действия по охране отдельных природных компонентов, увеличению отдачи конкретных природных угодий, преобразованию ландшафтов не только не эффективны экономически и социально, но и приводят к деградации природных сис-

тем, дестабилизации происходящих в экосистемах естественных процессов. Благодаря накопленному в сфере взаимодействия с окружающей средой опыту была признана необходимость единства подхода к деятельности по использованию природы, ее сохранению и воспроизводству.

В настоящее время под *природопользованием* в широком смысле понимается особая сфера деятельности, направленная на взаимосвязанное решение задач ресурсобеспечения экономики, ресурсосбережения, сохранения среды жизни людей и охраны разнообразия природы. Природопользование может быть рациональным и нерациональным.

Рациональное природопользование предполагает обеспечение экономной эксплуатации природных ресурсов и условий с учетом перспективных интересов будущих поколений людей. Иными словами, рациональное природопользование предполагает такое использование природных ресурсов, при котором человек и общество получают необходимые для своего существования материальные блага, но при этом поддерживается существующее разнообразие живого и повышается его продуктивность. Оно предполагает разумное освоение природных ресурсов, предупреждение вредных антропогенных воздействий, поддержание и повышение продуктивности труда и привлекательности природных комплексов и отдельных природных объектов. При рациональном природопользовании улучшается качество жизни людей. В Законе Республики Беларусь «О защите окружающей среды» сказано, что рациональное использование природных является одним из основных принципов охраны окружающей среды.

Нерациональное природопользование ведет к ухудшению природной среды и не обеспечивает сохранения природно-ресурсного потенциала. Нерациональное природопользование не обеспечивает сохранение природно-ресурсного потенциала, оно ведет к оскудению и ухудшению качества окружающей среды, сопровождается загрязнением и истощением природных систем, нарушением экологического равновесия и разрушением экосистем.

Выход из глобального экологического кризиса — важнейшая научная и практическая проблема современности. Преодоление экологического кризиса возможно лишь при условии гармоничного развития природы и общества, снятия антагонизма между ними. В июле 1992 года в Рио-де-Жанейро состоялась Конференция ООН по окружающей среде и развитию, в которой приняли участие главы, члены пра-

вительств и экспертизы 179 государств мира, а также представители многих неправительственных организаций, научных и деловых кругов. На конференции было констатировано, что глобальный экономический кризис переходит в социальный, поэтому необходима выработка международной стратегии к достижению разумного компромисса между человеческой цивилизацией и природой. Такая стратегия была разработана, принята и получила название стратегия устойчивого развития.

Под *устойчивым развитием* следует понимать глобально управляемое развитие всего человечества, всего мирового сообщества, имеющее целью сохранение биосферы и существование человечества, его непрерывное развитие.

В этом смысле устойчивым сообществом может быть только все мировое сообщество, человечество в целом, так как и биосфера, и ноосфера — единый организм планеты Земля. Общая приверженность мирового сообщества идее устойчивого развития обязывает все страны взять на себя коллективную ответственность за усиление и упрочнение взаимосвязанных и поддерживающих друг друга основ устойчивого развития — экономического развития, социального развития и охраны окружающей среды. При этом каждой стране необходимо соблюдать целый ряд принципов, реализовывать определенные императивы, установленные ООН по характеристикам социальной сферы, экономики, экологии в их взаимодействии. *Переход к устойчивому развитию* — это смена стратегии развития цивилизации, переход к построению постиндустриального (ноосферного) общества, в котором мерилom богатства будут не вещи, а духовные ценности и знания человека, живущего в гармонии с окружающей средой.

Модель устойчивого развития Беларуси, определяется в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на 2020 г. (НСУР-2020), как система гармоничных отношений в триаде «человек—экономика—окружающая среда, реализующая сбалансированное социально ориентированное, экономически эффективное и природозащитное развитие страны в интересах удовлетворения потребностей нынешнего и будущего поколений.

В НСУР-2020 указывается, что *экологическая безопасность* является обязательным условием устойчивого развития и отражает состояние защищенности жизни и здоровья человека и среды обитания от возможных вредных воздействий экономической или иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Основная цель экологической политики Беларуси в области экологической безопасности заключается в повышении ее уровня в условиях экономического роста. Она включает достижение следующих подцелей: во-первых, предотвращение угрозы жизни и здоровью населения в связи с загрязнением окружающей среды; во-вторых, предотвращение деградации природно-ресурсного потенциала и генофонда, а также разрушения памятников культуры; в-третьих, предотвращение техногенных аварий на экологоопасных объектах; в-четвертых, минимизацию негативных социально-экономических и экологических последствий в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Для достижения конечных целей НСУР Республики Беларусь необходим длительный период, включающий несколько этапов социально-экономического развития. На нынешнем, втором этапе охватывающем период с 2011 по 2020 годы, целью устойчивого развития является гармонизация взаимоотношений общества и природы на основе развития хозяйственной деятельности в пределах воспроизводственных возможностей биосферы и перенесения акцента в приоритетах человеческих ценностей с материально-вещественных на духовно-нравственные. На этом этапе должны формироваться основы нового постиндустриального информационного общества с постепенным освобождением от стереотипов потребительства, новым технологическим базисом обеспечивающим переход к ресурсосберегающему типу производства.

Таким образом, на современном этапе развития проблемы охраны окружающей среды появилось новое понятие — экологическая безопасность. В целом *экологическая безопасность* — это наличие и сохранение условий реализации прав личности на здоровую среду обитания, надлежащее качество воспроизводства физических и духовных сил личности и общества, их интеллектуального развития, возможности общения с живой природой в ее нетронутом, первозданном виде. Экологическая безопасность приобретает все большее значение, становясь в один ряд по значимости с военной, экономической, демографической, политической и даже продовольственной во всех без исключения странах мира. Все вышесказанное позволяет утверждать, что уровень экологической безопасности наряду с уровнем социально-экономического развития становится мерилем цивилизованности общества, одним из условий гармоничного развития человеческого потенциала, критерием устойчивого развития общества. Движение по пути устойчивого развития общества позволит приблизиться к тому

этапу развития биосферы, который академик В. И. Вернадский назвал сферой разума.

Задачи природопользования сводятся к разработке общих принципов осуществления всякой деятельности человека, связанной либо с непосредственным использованием природой и ее ресурсами либо с изменяющимися воздействиями на нее. Выделяют следующие основные принципы рационального природопользования: принцип системного подхода; принцип оптимизации природопользования; принцип опережения темпов заготовки и добычи сырья; принцип гармонизации отношений природы и производства; принцип комплексного использования природных ресурсов и концентрации производства; принцип региональности; принцип научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов.

Принцип системного подхода предусматривает комплексную всестороннюю оценку воздействия производства на среду и ее ответных реакций. Например, сбросы отходов в реку должны оцениваться по их воздействию не только на рыбу, но и на биохимию данного водного объекта и на всю систему водообеспечения района, где протекает эта река, включая тот водоем или водоток, куда эта река впадает.

Принцип оптимизации природопользования заключается в принятии наиболее целесообразных решений в использовании природных ресурсов и природных систем на основе одновременного экологического и экономического подхода, прогноза развития различных отраслей и географических регионов.

Принцип опережения темпов заготовки и добычи сырья по сравнению с темпами выхода полезной продукции основан на снижении количества образующихся отходов в процессе производства.

Принцип гармонизации отношений природы и производства соблюдается путем создания и эксплуатации природотехнических, геотехнических или эколого-экономических систем, обеспечивающих, с одной стороны, высокие производственные показатели, с другой — поддержание в зоне своего влияния благоприятной экологической обстановки, максимально возможное сохранение и воспроизводство естественных ресурсов.

Принцип комплексного использования природных ресурсов и концентрации производства заключается в том, что на базе имеющихся в данном экономическом районе сырьевых и энергетических ресурсов создаются территориально-производственные комплексы, позволяющие более полно использовать ресурсы и тем самым снизить не-

гативное влияние на окружающую среду.

Принцип региональности является важнейшим принципом природоохранных мероприятий, который базируется на обязательном учете местных условий при использовании и охране, как отдельных видов природных ресурсов, так и всего комплекса в целом.

Принцип научно обоснованного сочетания экологических и экономических интересов отвечает духу Международной конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992), где был взят курс на модель устойчивого развития общества.

Экологически обоснованное рациональное природопользование должно заключаться в максимально возможном повышении пределов существования природных экосистем и достижении высокой продуктивности всех звеньев трофических цепей. Охрана природы, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов является общечеловеческой задачей, участвовать в решении которой должен каждый живущий на планете человек.

4.2. Инженерная экологическая защита

Инженерно-экологические мероприятия предполагают создание такой природно-промышленной системы, которая позволила бы обеспечить эффективное использование и охрану природных ресурсов в процессе работы того или иного производства.

К инженерно-экологическим мероприятиям относят:

- ✓ инженерные,
- ✓ экологические,
- ✓ организационные.

Экологические мероприятия обеспечивают самоочищение природной среды или ее самовосстановление.

Экологические мероприятия делятся на две подгруппы абиотическую и биотическую.

Подгруппа абиотических мероприятий основана на использовании естественных, процессов, протекающих в биосфере, которые позволяют снизить опасность вредного антропогенного воздействия.

Биотические мероприятия основаны на использовании живых организмов, обеспечивающих функционирование экологических систем в зоне влияния производства.

Организационные мероприятия связаны с управлением, структурой и функционированием создаваемых или действующих природно-

промышленных систем.

К этой группе относят плановые и оперативные мероприятия.

Плановые мероприятия рассчитаны на длительную перспективу с учетом развития производства и непроизводительной инфраструктуры крупных природно-промышленных систем. К ним относятся: выбор местоположения новых производств с учетом розы ветров и взаимного расположения других источников загрязнений атмосферы; выбор места расположения отвалов и свалок; перемещение рекреационных территорий; изменение путей и режимов движения транспорта; устройство санитарно-защитных зон и др.

К оперативным относятся мероприятия, применяемые в экстремальных ситуациях (взрывы, пожары и др.), возникающих на производстве или в природной среде.

Инженерные мероприятия направлены на совершенствование существующих и разработку новых технологических процессов, машин, механизмов и материалов, используемых в производстве с целью исключения или смягчения негативных воздействий предприятий на природную среду.

Выделяют следующие основные направления инженерной защиты окружающей среды от загрязнения и других видов антропогенных воздействий:

- ✓ внедрение безотходных и малоотходных технологий;
- ✓ развитие инновационных производств;
- ✓ использование биотехнологий,
- ✓ использование возобновляемых источников энергии;
- ✓ внедрение ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий;
- ✓ экологизация всего производства.

Основным направлением рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды является разработка и использование *малоотходных и безотходных технологий*.

В соответствии с Декларацией Европейской экономической комиссии ООН (1979 г.) понятие безотходной технологии означает практическое применение знаний, методов, средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и защитить окружающую среду. В 1984 г. эта же комиссия ООН приняла следующее определение этого понятия: «*Безотходная технология* — это такой способ производства продукции (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором наиболее рационально и

комплексно используются сырье и энергия в цикле сырьевые ресурсы — производство — потребитель — вторичные ресурсы — таким образом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования». На современном этапе развития научно-технического прогресса в большей мере реализуются малоотходные технологии.

Малоотходная технология — технология, позволяющая получить минимум твердых, жидких и газообразных отходов. К основным направлениям развития малоотходных технологий относят:

- ✓ разработка бессточных технологических систем и водооборотных циклов на основе очистки сточных вод;
- ✓ разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы;
- ✓ создание и выпуск новых видов продукции с учетом требований повторного ее использования;
- ✓ создание принципиально новых производственных процессов, позволяющих исключить или сократить технологические стадии, на которых происходит образование отходов и др.

В настоящее время в нашей стране достигнуты определенные успехи в разработке и внедрении малоотходных технологий в ряде отраслей черной и цветной металлургии, теплоэнергетике, машиностроении, химической промышленности.

Глобальные вызовы человечеству, в том числе и экологические формируют широкий запрос на технологические инновации.

Инновационный путь развития Республики Беларусь основывается на использовании высокотехнологичных наукоемких производств которые позволят снизить энерго- и импортную нагрузку экономики и тем самым повысить конкурентоспособность продукции, услуг на внутреннем и внешнем рынках, способствовать снижению загрязнения окружающей среды. Особое внимание уделяется *развитию инновационных производств* использующих наукоемкие технологии: телекоммуникации, информационные технологии, производства микроэлектроники, высокоточного машиностроения, приборостроения, измерительных приборов, светодиодной техники, техники на основе лазерных технологий, нанотехнологии и наноматериалов, систем искусственного интеллекта. Созданный в Беларуси Парк высоких технологий является центром создания и вовлечения передовых технологий во все сферы отечественной экономики, это своего рода полигон для отработки перспективных проектов. В России с целью

решения приоритетных задач для индустрии создан Сколковский институт науки и технологий.

В последние годы все больший интерес проявляется к *биотехнологическим процессам*, основанным на создании необходимых для человека продуктов, явлений и эффектов с помощью микроорганизмов.

Применительно к охране окружающей среды *биотехнологию* рассматривают как разработку и создание биологических объектов, микробных культур, сообществ, их метаболитов и препаратов путем включения их в естественные круговороты веществ, элементов, энергии и информации.

Биотехнология нашла широкое применение в охране природной среды, в частности при решении следующих прикладных вопросов:

- ✓ переработке отходов;
- ✓ защите атмосферы;
- ✓ охране земель;
- ✓ очистке воды;
- ✓ переработке растительности.

Использование возобновляемых источников энергии является всемирной политической задачей. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) — это источники на основе постоянно существующих или периодически возникающих в окружающей среде потоков энергии. К достоинствам нетрадиционных и возобновляемых источников энергии относят: воспроизводство их энергетического потенциала происходит быстрее, чем расходование; доступность и возможность локального использования практически в любом месте; экологическая безопасность.

В соответствии с законом Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» *возобновляемые источники энергии* — энергия солнца, ветра, тепла земли, естественного движения водных потоков, древесного топлива, иных видов биомассы, биогаза, а также иные источники энергии, не относящиеся к невозобновляемым.

Таким образом, основные виды нетрадиционных и возобновляемых источников энергии включают энергию биомассы; энергию ветра, энергию малых рек, геотермальную энергию, солнечную энергию, энергию Мирового океана.

Закон Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» направлен на стимулирование использования МВТ и развития возобновляемых источников. В зависимости от вида этой энергии - солнечной, ветро- или гидро- — установлены коэффициенты, повы-

шающие доход от генерации вплоть до 1,3. Дадим краткую характеристику использования возобновляемых источников энергии в Беларуси.

По оценкам ученых, гидроэнергетический потенциал Беларуси велик. Потенциальная мощность всех водотоков республики составляет 850 МВт, в том числе технически доступная — 520 МВт, экономически целесообразная — 250 МВт. В настоящее время в республике эксплуатируется 41 ГЭС суммарной мощностью 16,1 МВт, что составляет около 3% от технически доступного потенциала. В результате реализации Государственной программы строительства в 2011 -2015 годах гидроэлектростанций выработка электроэнергии на ГЭС к 2015 году должна быть доведена до 0,51 млрд. кВт-ч в год. Наибольший потенциал гидроэнергетики сосредоточен в трех областях: Гродненской, Витебской и Могилёвской на участках бассейнов рек Неман, Западная Двина и Днепр. В Беларуси планируется строительство и реконструкция 33 ГЭС суммарной мощностью 102,1 МВт.

Несмотря на то, что республика относится к первому, самому низшему классу территорий по мировой классификации, связанной с энергией ветра (скорость ветра в Беларуси — 4 м/с), сбрасывать со счетов данный ресурс нельзя. Ученые обнаружили на территории страны 1840 площадок со скоростью ветра более 70 метров в секунду на высоте 50 м от уровня земли. В рамках развития ветроэнергетики в Беларуси планируется построить ветропарк в пяти районах: Новогрудском, Лиозненском, Дзержинском, Ошмянском, Сморгонском. Внедрение 300-500 ВЭУ мощностью 2,5 МВт при среднегодовой скорости ветра 6 м/с, позволит рассчитывать на выработку примерно 1,5-2,5 млрд. кВт-ч электроэнергии, что составит около 4-7% годового потребления электроэнергии в стране.

Потенциал получения биогаза от всех источников оценивается в 160 тыс. т у. т. в год. Биогаз планируется получать из отходов сельскохозяйственного и промышленного производства, коммунальных и бытовых отходов, иловых осадков. В настоящее время разработана программа из 42 потенциальных объектов для строительства биогазовых энергетических установок.

Потенциал использования солнечной энергии в нашей стране составляет 10 тыс. т у. т. С учетом климатических условий нашей страны основными направлениями использования энергии солнца являются гелиоустановки для интенсификации процессов сушки и подогрева воды в сельском хозяйстве, для бытовых целей. Сейчас в Беларуси эксплуатируется около 20 солнечных водо-нагревательных систем.

Развитие нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ) — это энергетическая безопасность страны; снижение нагрузки на окружающую среду; развитие собственных технологий и промышленности; снижение воздействия негативных факторов на здоровье и окружающую среду и, в конечном счете, путь усиления экономической независимости.

Внедрение ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий — одно из важнейших направлений, реализуемых в Беларуси.

Республика Беларусь не располагает достаточными природными топливно-энергетическими ресурсами (ТЭР) и вынуждена импортировать более 85% потребляемых топливно-энергетических ресурсов. В структуре ТЭР страны критически велика доля потребления природного газа. В 2011 году она составляла: 57,2% в топливно-энергетическом балансе, 80% в балансе котельно-печного топлива республики и 97,2% в топливном балансе энергосистемы. Это определяет основные направления государственной энергетической политики в части обеспечения энергетической безопасности: эффективное использование энергетических ресурсов во всех отраслях экономики путем внедрения энергоэффективных и экологически чистых технологий, совершенствование структуры топливно-энергетического баланса страны за счет введения в баланс альтернативных видов топлива и энергии.

Под энергетической безопасностью понимается комплекс мер и условий, обеспечивающих достаточное и надёжное энергообеспечение страны для устойчивого развития экономики в нормальных условиях и минимизацию ущерба в чрезвычайных ситуациях.

В настоящее время в Беларуси действует ряд следующих основных нормативно-правовых документов в области энергосбережения: Директива Президента Республики Беларусь №3 «Экономия и бережливость - главные факторы экономической безопасности государства», Республиканская программа энергосбережения на 2011—2015 годы, Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь, Закон Республики Беларусь «Об возобновляемых источниках энергии», Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении». Директива Президента № 3 является основополагающим документом в вопросах бережливого и рационального использования материальных и топливно-энергетических ресурсов, оптимизации ресурсо- и энергопотребления, внедрения материало- и энергосберегающих технологий. В Директиве Президента № 3 основной акцент сделан на обеспечение количественных показателей: к 2010г. энергоёмкость валового внут-

ренного продукта должна быть снижена не менее чем на 31%, к 2015 г. — на 50%, а к 2020г. — не менее чем на 60% к уровню 2005г.

Реализация совокупных мер, предусмотренных Республиканской программой энергосбережения на 2011-2015 годы должна обеспечить: снижение энергоёмкости ВВП на 29-32 % при темпах роста ВВП 162-168% по отношению к 2010 году; достижение доли МВТ в балансе КПП республики не менее 28% в 2015 г.; достижение экономии ТЭР в размере 7,5-9,3 млн. т у. т.; сокращение выбросов парниковых газов на 12,3 млн. т в эквиваленте CO².

Учеными Национальной академии наук и Министерства энергетики разработана комплексная целевая программа энергетической безопасности на период до 2020 года. Программа рассчитана на 2005—2010 годы и на период до 2020 года. Оценивается энергобезопасность по одиннадцати основным показателям-индикаторам, четыре из которых: обеспеченность собственными ТЭР; доля доминирующего поставщика энергоресурсов; обеспеченность запасами по газу и мазуту; отношение инвестиций в объекты энергетики стоимости их фондов, находились в границах критического значений. Благодаря проведению в стране ряда мероприятий по энергосбережению к 2020 году ни один из показателей не будет находиться в границах критических уровней.

В деле надежного и бесперебойного обеспечения народного хозяйства и населения электроэнергией и теплом должна сыграть ядерная энергетика. Проект Белорусской АЭС является современным этапом эволюционного развития проектов АЭС с ВВЭР. Он отвечает всем действующим российским и международным нормам по безопасности, включая рекомендации МАГАТЭ и требования EUR. Важная особенность проекта «АЭС — 2006», который является на сегодня самым безопасным, — наличие локализирующих устройств, которые в случае наступления аварии предотвратят выход радиации за пределы площадки станции. Пуск первого из двух энергоблоков Островецкой АЭС должен состояться в 2019 году, второго в 2020 году. По оценкам, белорусская АЭС позволит снизить выбросы парниковых газов в атмосферу на 7-10 миллионов тонн в год.

Экологизация всего производства — главное направление, обеспечивающее включение всех видов взаимодействия с окружающей средой в естественные циклы круговорота веществ.

Экологизация промышленного производства должна развиваться по следующим направлениям:

- ✓ совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем выбросов вредных примесей и отходов в окружающую среду;
- ✓ широкое внедрение экологической экспертизы всех видов производств и промышленной продукции;
- ✓ замена токсичных отходов на нетоксичные и утилизируемые;
- ✓ широкое применение дополнительных методов и средств защиты окружающей среды.

Рациональное использование ресурсов и обеспечение качества окружающей среды являются общей задачей, которую должны решать специалисты различных областей науки и отраслей техники.

Контрольные вопросы

1. Что такое охрана окружающей среды, и каково ее значение?
2. Дайте определение понятия «природопользование». Какие Вы знаете виды природопользования?
3. Назовите основные принципы рационального природопользования. Объясните один из них по выбору.
4. Что представляет инженерная экологическая защита? Какова ее цель? Какие Вы знаете группы инженерно-экологических природо-защитных мероприятий?
5. Назовите направления инженерной защиты окружающей среды?
6. Что такое малоотходные технологии? Назовите основные направления развития малоотходных технологий?
7. Дайте определение понятия «безотходная технология». Поясните на примере.
8. Роль биотехнологии в охране окружающей природы. Приведите примеры использования биотехнологий.
9. Каково значение использования возобновляемых источников энергии? Назовите виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Какие из них имеют практическое значение для Беларуси?

Глава 5. НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА И КОНТРОЛЬ

Рассматриваемые вопросы:

- 5.1. Оценка качества природной среды.
- 5.2. Санитарно-гигиенические нормативы качества.
- 5.3. Нормативы качества в производственно-хозяйственной сфере.
- 5.4. Комплексные нормативы качества.
- 5.5. Государственная экологическая экспертиза и контроль.

5.1. Оценка качества природной среды

Воздействие человека на природную среду и негативные последствия его деятельности создали в цивилизованном обществе проблему регулирования качества среды, в которой живет и проявляет себя человек. Качество среды до активного вмешательства человека обеспечивалось самой природой путем саморегуляции, самоочищения.

Качество природной среды — это такое состояние ее экологических систем, при котором постоянно обеспечиваются обменные процессы энергии и веществ между природой и человеком на уровне, обеспечивающем воспроизводство жизни на Земле. В основу всех природоохранных мероприятий положен принцип нормирования качества окружающей среды.

Нормирование качества окружающей природной среды — это процесс разработки и придания юридической нормы научно обоснованным нормативам в виде показателей предельно допустимого воздействия человека на природу или среду обитания.

Экологическое нормирование представляет собой процесс установления показателей предельно допустимого воздействия человека на окружающую природную среду.

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

Главная цель экологического нормирования — обеспечение взаимоприемлемого сочетания экономических и экологических интересов.

Все нормативы качества окружающей природной среды делятся на три вида: санитарно-гигиенические, производственно-хозяйственные, комплексные.

Соблюдение экологических нормативов (нормативов, которые определяют качество природной среды) обеспечивает: экологическую безопасность населения; сохранение генетического фонда человека,

растений и животных; рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития.

5.2. Санитарно-гигиенические нормативы качества

Санитарно-гигиенические нормативы — это нормативы ПДК вредных веществ (химических, биологических); физических воздействий; санитарных защитных зон; предельно допустимых уровней радиационного воздействия.

Цель таких нормативов — определить показатели качества окружающей среды применительно к здоровью человека.

К санитарно-гигиеническим нормативам качества и воздействия на окружающую среду относятся: предельно допустимая концентрация вредных веществ (ПДК); допустимый уровень физических воздействий (шума, вибрации, магнитных полей, ионизирующих излучений и др.).

В настоящее время действуют более 1900 ПДК вредных химических веществ для водоемов, более 500 для атмосферного воздуха, более 130 для почв.

ПДК устанавливают на основании комплексных исследований и постоянно контролируют органами гидрометеорологической службы Госкомсанэпиднадзора. ПДК не остаются постоянными, их периодически пересматривают и уточняют. После утверждения норматив становится юридически обязательным.

Нормирование качества атмосферного воздуха

Основными компонентами, загрязняющими атмосферный воздух, являются твердые вещества, двуокись и окись азота, двуокись серы, оксид углерода. Они составляют 98% общего объема выбросов вредных веществ, осуществляемых хозяйственной деятельностью человека.

Напомним, *предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ (ПДК)* — это максимально допустимая масса вредного вещества в единице объема воздуха (в миллиграммах на метр кубический), воды (на 1 л) или почвы, грунтов, других пород (на 1 кг вещества). Значения ПДК наиболее часто встречающихся загрязнителей атмосферного воздуха указаны в табл. 5.1.

Таблица 5.1

**Предельно допустимые концентрации (ПДК) отдельных
загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест**

Вещества	Класс опасности	ПДК, мг/м ³	
		максимальная разовая	среднесуточная
Двуокись 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
Двуокись серы (SO ₂)	3	0,5	0,05
Сероводород (H ₂ S)	2	0,008	
Бензин	4	5,0	1,5
Бензопирен	1	—	0,1 мкг/100 м ³
Азотная кислота (HNO ₃)	2	0,4	0,15
Свинец (Pb)	1	—	0,0003

Для каждого загрязняющего вещества установлены: класс опасности, максимальная разовая ПДК; среднесуточная ПДК.

В зависимости от степени воздействия на организм человека все нормируемые вещества подразделяются на четыре класса опасности:

1 класс — чрезвычайно опасные вещества, значения ПДК которых в воздухе рабочей зоны не должно превышать 0,1 мг/м³;

2 класс — высокоопасные со значением ПДК р.з. от 0,1 до 1 мг/м³;

3 класс — умеренно опасные со значением ПДК р.з. от 1,1 до 10 мг/м³;

4 класс — малоопасные со значением ПДК р.з. свыше 10 мг/м³.

Максимально разовая предельно допустимая концентрация (ПДК м. р.) — это такая концентрация вредного вещества в воздухе, которая не должна вызывать при вдыхании его в течение 20 минут рефлекторных реакций в организме человека (ощущение запаха, изменение световой чувствительности глаз и др.).

Среднесуточная ПДК устанавливается с целью предупреждения их общетоксического, канцерогенного, мутагенного и иного действия. Среднесуточная концентрация представляет собой пробу воздуха, отбираемую в течение 24 ч непрерывно или с равными интервалами между отборами, но не менее четырех раз в сутки.

Разработаны и внедрены значения ПДК вредных веществ в воздухе жилой и рабочей зон. В жилой зоне атмосферные загрязнители дейст-

вуют круглосуточно на все группы населения, включая детей и пенсионеров, и поэтому они более жесткие.

Концентрация вредного вещества (С) на данной территории не должна превышать значения ПДК этого вещества:

$$C/ПДК < 1,$$

где С — концентрация вредного вещества, мг/м³; ПДК — предельно допустимая концентрация этого вещества в атмосферном воздухе, мг/м³.

Выполнение этого условия свидетельствует о чистоте природной среды. Однако в воздушном бассейне или в водной среде находится не одно, а несколько вредных веществ, которые могут обладать *эффектами суммации или потенционирования*.

Эффект суммации представляет собой сложение эффектов воздействия разных веществ. Эффектом суммации действия обладают следующие сочетания вредных веществ: ацетон и фенол, диоксид серы и диоксид азота, аммиак и оксиды азота и др.

Эффект потенционирования — усиление эффектов воздействия одного вещества другим. Эффектом потенционирования обладают: фторид водорода и фтористые соли с коэффициентом 0,8 и др.

При содержании в воздухе нескольких загрязняющих веществ, обладающих суммацией действия (синергизмом) сумма их концентраций не должна превышать при расчете единицы:

$$C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + \dots + C_n/ПДК_n < 1$$

где С₁, С₂...С_п — фактические концентрации вредных веществ в воздухе или воде, мг/м³; ПДК₁, ПДК₂ ... ПДК_п — максимально разовые предельно допустимые концентрации этих веществ, которые установлены для их изолированного присутствия, мг/м³.

Нормирование качества воды в водоемах

ПДК загрязняющих веществ для водной среды — это такая концентрация загрязняющих веществ в воде, выше которой вода становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования. В табл. 5.2. приведены ПДК загрязняющих веществ для питьевых вод.

Качество воды водоемов нормируется по категориям в зависимости от их назначения.

К первой категории относятся водные объекты или их участки, которые используются для хозяйственно-питьевого назначения или для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

Таблица 5.2.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в питьевых водах, мг/л

Вещество	ПДК	Вещество	ПДК
<i>По санитарно-токсикологическому показателю</i>			
Бензол	0,5	Нитраты (по азоту)	10,0
Свинец (РЬ+)	0,1	Ртуть	0,005
Стронций	2,0	Динитротолуол	0,5
Тетраэтилсвинец	Отсутствие	Формальдегид	0,05
Хлорбензол	0,02	Полиакриламид	2,0
<i>По общесанитарному показателю</i>			
Аммиак (по азоту)	2,0	Метилпирролидон	0,5
Бутилацетат	0,1	Стрептоцид	0,5
Дибутилфталат	0,2	Тринитротолуол	0,5
Капролактан	1,0		
<i>По органолептическому показателю</i>			
Бензин	0,1	Диметил фенол	0,25
Бутилбензол	0,1	Динитробензол	0,5
Бутиловый спирт	1,0	Динитрохлорбензол	0,5
Гексахлоран	0,02	Дихлорметан	7,5

Ко второй категории относятся водные объекты, используемые для культурно-бытового (коммунально-бытового) водопользования (спорт, купание, рекреация и пр.).

К рыбохозяйственному водопользованию относятся водоемы для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов.

Нормирование акустического и вибрационного воздействия

Шум, вибрация, магнитные поля и другие физические воздействия относятся условно к акустическому загрязнению окружающей человека среды. **Шум** представляет собой неупорядоченное сочетание звуков различной частоты и интенсивности. **Шум** — неизбежная реальность цивилизации. Более того, в определенных дозах он необходим человеку для сохранения жизненного фона, обеспечивающего ему безопасность. Например, шум на дорогах позволяет при определенных навыках определить характер движения автомобиля, его тип,

расстояние до него, скорость и другие факторы, необходимые для безопасного перехода через дорогу. Основными источниками акустического и вибрационного воздействия на окружающую среду являются: транспорт, производственное оборудование и т.п. Органы слуха человека воспринимают звуковые колебания в интервале частот от 16 до 20 000 Гц.

Колебания с частотой ниже 16 Гц (*инфразвуки*) и с частотой выше 20 000 Гц (*ультразвуки*) не воспринимаются органами слуха человека, но негативно влияют на него.

Предельно допустимые нормы шумового воздействия на человека устанавливаются в децибелах (Дб). Под оптимальным шумовым фоном понимают энергию шума 20 Дб.

Вибрация — это колебания твердого тела, воздействующие на конечности человека или его опорно-двигательный аппарат. Установлено, что такие части тела, как желудок и голова, особенно болезненно реагируют на определенные резонансные частоты — 6—8 Гц. Длительное влияние вибрации в процессе работы приводит к таким профессиональным заболеваниям, как язва желудка, психические и нервные расстройства, вибрационная болезнь, гипертония.

В отличие от звуковых колебаний **инфразвук** распространяется практически без ослабления на значительные расстояния.

Техногенные источники инфразвука: тихоходные крупногабаритные машины и механизмы — ракетные двигатели, двигатели внутреннего сгорания большой мощности, газовые турбины, компрессоры, транспортные средства. Неслышимый инфразвук вредно воздействует на организм человека, особенно на его психику. По санитарным нормам уровень инфразвука на жилой территории застройки не должен превышать 90 Дб.

Все виды акустического и вибрационного воздействия на окружающую среду подлежат нормированию.

Нормирование электромагнитного воздействия

В результате использования электрической и электромагнитной энергии в разнообразных видах человеческой деятельности к электрическому и магнитному полю Земли, атмосферному электричеству, радиоизлучению Солнца и Галактики добавилось **электромагнитное поле** (ЭМП) искусственного происхождения.

Источники электромагнитных полей (ЭМП): воздушные линии

электропередачи высокого и сверхвысокого напряжения, технические средства радиовещания, телевидения, радиорелейной и спутниковой связи, радиолокационные и навигационные системы, лазерные маяки, антенны сотовой мобильной связи и т. п., существенно повлияли на естественный электромагнитный фон.

Напряженность электрического поля определяется на высоте 1,8 м от уровня земли, а для помещений — от уровня пола.

Допустимые уровни напряженности электрического поля промышленной частоты приведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Предельно допустимые уровни напряженности электрического поля

Место, территория	Напряженность, кВ/м
Внутри жилых зданий	0,5
На территории зоны жилой застройки	1
В населенной местности, вне зоны жилой застройки, а также на территории огородов и садов	5
На участках пересечения высоковольтных линий с автомобильными дорогами 1 —4 категорий	10
В населенной местности	15
В труднодоступной местности и на участках специально выгороженных для исключения доступа населения	20

Нормативы предельно допустимого уровня радиационного воздействия

Особое место среди нормативов качества окружающей природной среды занимает ПДУ радиоактивного воздействия.

Допустимый уровень радиационного воздействия на окружающую среду — это уровень, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, их генетического фонда.

Естественное (космическое и земное) излучение, хотя и дает около 4/5 всей среднегодовой эквивалентной дозы облучения, растянуто во времени. От естественного радиационного фона человек получает дозу: от радона — около 55 %, от калия-40 — около 13 %, от космических лучей — 15-16 %, от других естественных источников — около 15%. Однако следует помнить, что количество калия-40 даже в Республике Беларусь неравномерное, а во многих странах его может быть еще меньше.

В абсолютных величинах естественный радиационный фон от космического излучения и земной радиации представлен в табл. 5.4.

К дозе облучения естественного происхождения добавляется доза, получаемая от соприкосновения с искусственными источниками радиоактивного загрязнения. Дозовые нагрузки, которые человек получает от некоторых источников, представлены в табл. 5.5.

Таблица 5.4

Среднегодовые эффективные дозы, получаемые человеком (мЗв) ежегодно при облучении естественным радиационным фоном

Источник излучения	Внешнее облучение	Внутреннее облучение	Полная доза
Космическое излучение	0,355	0,015	0,37
Радиоизотопы земной коры			
Калий-40	0,15	0,18	0,33
Ряд урана-238 (радон-222)	0,1	1,24	1,34
Ряд тория-232 (радон-220)	0,16	0,18	0,24
Доза естественного фона	0,8	1,6	2,4

Таблица 5.5

Эффективные дозы облучения от различных источников

Вид облучения	Доза
Просмотр кинофильма по цветному телевизору на расстоянии от экрана около 2 м	0,01 кЗв
Ежедневный в течение года трехчасовой просмотр цветных телепрограмм	5-7 мкЗв
Облучение за счет радиоактивных АЭС	0,2-1 мкЗв
Облучение за счет дымовых выбросов с естественными радионуклидами ТЭС на угле	2-5 мкЗв
Полет в течение 1 ч на сверхзвуковом самолете (высота полета 18-20 км)	10-30 кЗв
Полет в течение суток на орбитальном космическом корабле (без вспышек на Солнце)	0,18-0,35 мЗв
Прием радоновой ванны	0,01-1 мЗв
Флюорография	0,1-0,5 мЗв
Рентгеноскопия грудной клетки	0,1-1 мЗв
Рентгенография зубов	0,03-3 мЗв
Рентгенодиагностика при раке легких	0,05 Зв

Рентгеноскопия желудка, кишечника	0,1-0,25 Зв
Лучевая гамма-терапия после операции	0,2-0,5 Зв

На практике большинство людей получает 70-80 % эффективной дозы от природных источников облучения и до 20 % эффективной дозы - от облучения медицинскими приборами, препаратами. Наиболее опасными антропогенными источниками ионизирующих излучений являются АЭС в результате аварий, взрывы ядерных и радиологических боеприпасов.

Для того чтобы максимально ограничить поступление радионуклидов в организм человека с продуктами питания, в Беларуси введены Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия—137 и стронция—90 в пищевых продуктах и питьевой воде (табл. 5.6), утвержденные в 2001 году (РДУ — 2001).

Таблица 5.6

Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания и питьевой воде

Продукт	Удельная (объемная) активность, Бк/кг (л)	
	для цезия-137	для стронция-90
Вода питьевая	10	0,37
Молоко и молочные продукты	100	3,7
Мясо (свинина, птица)	180	—
Мясо (говядина, баранина)	500	—
Картофель	80	3,7
Овощи, корнеплоды	100	—
Хлеб, хлебопродукты	40	3,7
Дикорастущие ягоды	185	—
Грибы свежие	370	—
Специализированные продукты детского питания	37	1,85
Другие продукты питания	370	—

При разработке РДУ учитывалось, что человек одни продукты употребляет ежедневно, в то время как другие — значительно реже. Руководствуясь РДУ-2001, следует учитывать, чтобы в рационе питания человека было меньше продуктов с высоким содержанием радионуклидов.

Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ) установлен предел дозы на организм человека на таком уровне, чтобы полная эффективная доза за всю трудовую деятельность не превышала 1 Зв (100 бэр) и накапливалась равномерно год за годом. Основные дозовые пределы для персонала и населения приведены в табл. 5.7.

Таблица 5.7

Основные дозовые пределы

Нормируемая величина	Дозовые пределы	
	Профессиональное облучение	Облучение населения
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые 5 лет подряд, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые 5 лет подряд, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год для отдельных органов, мЗв		
в кистях и стопах	500	50
хрусталике глаза	150	15
коже	500	50

В Беларуси норматив полной прижизненной эффективной дозы для человека составляет 70 мЗв, или 1 мЗв/год.

В Республике Беларусь допустимые уровни радиационного воздействия на окружающую среду определяются на основании: Норм радиационной безопасности (НРБ-2000); Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности (ОСП-2002).

После аварии 1986 года на ЧАЭС в Беларуси был налажен планомерный контроль за радиоактивным загрязнением окружающей среды.

Радиационный контроль — комплекс взаимосвязанных и обязательных к исполнению административных, организационно-технических, санитарно-гигиенических мероприятий и правовых мер, направленных на снижение воздействия на население радиационного фактора.

Цель радиационного контроля заключается в минимизации и ограничении последствий облучения населения радиоактивными веществами в результате катастрофы на ЧАЭС и выбросов аналогичных станций в сопредельных государствах.

5.3. Нормативы качества в производственно-хозяйственной сфере

Производственно-хозяйственные нормативы качества устанавливают требования к источнику вредного воздействия, ограничивая его деятельность определенной пороговой величиной.

Согласно Закону об охране окружающей среды эта группа нормативов устанавливается с учетом: производственных мощностей объекта, данных о наличии вредных воздействий по каждому источнику

загрязнения на основе действующих нормативов ПДК вредных веществ в окружающей природной среде.

К производственно-хозяйственным нормативам качества и воздействия на окружающую среду относятся:

- ✓ предельно допустимый выброс вредных веществ;
- ✓ предельно допустимый сброс вредных веществ;
- ✓ допустимое изъятие компонентов природной среды;
- ✓ норматив образования отходов производства и потребления.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух устанавливается на уровне, при котором выбросы загрязняющих веществ от конкретного источника в совокупности с другими источниками в данном районе (с учетом перспектив их развития) не приведут к превышению нормативов ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

При определении ПДВ загрязняющих веществ от расчетного источника необходимо учитывать концентрацию этих веществ в атмосфере, обусловленную выбросами от других источников, соблюдая для приземного слоя следующее условие:

$$C + C_{\text{ф}} < \text{ПДК},$$

где C — концентрация вещества в приземном слое, создаваемая расчетным источником выброса, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$C_{\text{ф}}$ — фоновая концентрация вещества, $\text{мг}/\text{м}^3$

Нормативы ПДВ (ВСВ) устанавливаются с учетом физико-географических особенностей района, климатических условий местности, в которой располагается предприятие, численности и характера размещения населения, общей экологической обстановки, технологического уровня производства, объема и структуры выбросов и многих других специфических факторов.

Если в воздухе городов или других населенных пунктов, где расположены предприятия, концентрации вредных веществ, превышают ПДК, а значения допустимых выбросов по объективным причинам не могут быть достигнуты, вводится поэтапное снижение выброса вредных веществ до значений, обеспечивающих ПДК.

Предельно допустимый сброс представляет собой массу вещества в сточных водах, максимально допустимую к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте.

ПДС устанавливается с учетом ПДК веществ в местах водополь-

зования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями.

Ассимилирующая способность — это способность водного объекта принимать определенную массу веществ в единицу времени без нарушения норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования.

Проекты ПДС разрабатываются и утверждаются территориальным органом Минприроды для предприятий, учреждений и организаций, имеющих или проектирующих самостоятельные выпуски сточных вод в водные объекты, прежде всего в зонах повышенного загрязнения.

При сбросе сточных вод в городскую систему водоотведения с последующей биологической очисткой, требования к сточным водам для каждого предприятия устанавливаются территориальными предприятиями Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь.

5.4. Комплексные нормативы качества

К комплексным показателям качества и воздействия на окружающую среду относятся: предельно допустимые нормы нагрузки (ПДН) на окружающую природную среду; экологическая емкость территории; нормативы санитарных и защитных зон.

Основным комплексным нормативом качества окружающей среды являются *предельно допустимые нормы нагрузки (ПДН)*.

Предельно допустимые нормы нагрузки (ПДН) — это допустимые размеры антропогенного воздействия на природные ресурсы или природные комплексы, не приводящие к нарушению экологических функций природной среды. *Цель разработки и применения норм ПДН* — обеспечение рационального сочетания хозяйственной и рекреационной деятельности с охраной среды. С этой целью для каждого экосистемы должны быть выявлены свои критерии качества природной среды, которые зависят от экологического резерва этой экосистемы и экологических возможностей региона.

Для определения предельно допустимых норм нагрузок важным является такое понятие, как емкость природной среды.

Емкость природной среды (экологическая емкость территории) — это потенциальная способность природной среды перенести ту или

иную антропогенную нагрузку без нарушения основных функций экосистем. Ее показатели свидетельствуют о потенциальных возможностях природной среды.

Нормативы санитарных и защитных зон устанавливаются с целью охраны водоемов, источников водоснабжения, курортных и лечебно-оздоровительных зон, населенных пунктов, других территорий от загрязнений и других вредных воздействий.

Нормативы санитарных и защитных зон определяются характером их целей и задач. *Эти зоны выполняют основные взаимосвязанные функции: охранительные и оздоровительные.*

5.5. Государственная экологическая экспертиза и контроль

Важной организационно-правовой формой контроля в области природопользования и охраны окружающей среды является государственная экологическая экспертиза. Экологическая экспертиза проводится при строительстве новых производственных объектов и касается в целом принятия правительственными органами таких хозяйственных решений, которые вовлекают достаточно крупные капиталовложения.

Задача экологической экспертизы — составление заключения о влиянии на окружающую среду, на основании которого делается вывод об экологической безопасности и целесообразности реализации проекта.

Цель государственной экологической экспертизы определить экологическую обоснованность концепций, схем развития и размещения производительных сил, намечаемой хозяйственной или иной деятельности; правильность и достоверность выполнения заказчиком оценки воздействия этой деятельности на окружающую среду, природные ресурсы и здоровье населения; оптимальность выбранного варианта хозяйственного решения; безопасность новой техники, технологии, материалов и веществ, в том числе ввозимых из-за рубежа.

Государственная экологическая экспертиза носит обязательный характер и предшествует принятию хозяйственных решений. Экологическая экспертиза осуществляется в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» (1992), Законом Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе» (1993) и «О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе» (2000). Го-

сударственную экологическую экспертизу проводят органы Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды и их структурные подразделения.

В Беларуси оценкой воздействия на окружающую среду объектов экономической деятельности, населения, а также оценкой возможных последствий строительства новых крупных промышленных предприятий занимается Институт экономики НАН Беларуси. Созданы интегрированные карты экологической нагрузки на все регионы страны. На сегодняшний день в стране насчитывается около 30 тысяч промышленных предприятий. При строительстве нового промышленного предприятия, деятельность которого связана с использованием природных ресурсов и (или) может оказать воздействие на окружающую среду, на стадии проектирования обязательно должно быть получено заключение государственной экологической экспертизы. Положительную оценку получает только то предприятие, которое экономически целесообразно строить с учетом всех необходимых затрат на экологическую безопасность. Из общего количества рассматриваемых ежегодно проектов каждый четвертый проект не проходит согласование с точки зрения экологических норм. По заключению международных экспертов белорусское природоохранное законодательство на сегодняшний день самое лучшее на постсоветском пространстве. Таким образом, государственная экологическая экспертиза является достаточно эффективным рычагом реализации государственной экологической политики, и наиболее важно, что с ее помощью закладывается основа экологически безопасного ведения хозяйственной деятельности в будущем.

Экологический контроль — это система мер по контролю и надзору за состоянием окружающей природной.

Основные задачи экологического контроля заключаются в обеспечении соблюдения юридическими лицами и гражданами требований законодательства страны в области охраны окружающей среды.

В Беларуси осуществляются следующие виды экологического контроля: государственный; ведомственный; производственный; общественный.

Государственный контроль обеспечивает соблюдение утвержденных в установленном порядке стандартов (правил, норм) и эффективность проведения работ по изучению, рациональному использованию и охране всеми пользователями природных ресурсов. Функции государственного контроля возложены на местные Советы депутатов, ор-

ганы государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды. Ведомственный контроль имеет своей задачей обеспечить выполнение подведомственными предприятиями и организациями планов и мероприятий по охране окружающей среды. Функции ведомственного контроля возложены на республиканские органы государственного управления и объединениями. Производственный контроль проводит экологическая служба предприятий, организаций и других хозяйственных субъектов. Общественный контроль могут осуществлять общественные объединения, трудовые коллективы с целью проверки выполнения требований Закона «Об охране окружающей среды».

Контрольные вопросы

1. Что такое экологическое нормирование и какова его цель?
2. Какова цель установления пределов допустимого воздействия на природную среду?
3. Дайте характеристику санитарно-гигиенических нормативов качества.
4. Что такое эффект суммации и потенционирования?
5. Для чего устанавливаются производственно-хозяйственные нормативы качества? Какие производственно-хозяйственные нормативы качества и воздействия на окружающую среду Вы знаете?
6. Для чего устанавливаются комплексные нормативы качества? Какие показатели качества к ним относятся?
7. Что такое экологическая экспертиза? Какова ее цель? Как осуществляется экологическая экспертиза в Республике Беларусь?
8. Дайте характеристику экологического контроля.

Глава 6. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА АТМОСФЕРУ. ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ

Рассматриваемы вопросы:

6.1. Атмосфера: состав, значение.

6.2. Загрязнение атмосферного воздуха: виды, источники, последствия.

6.3. Защита атмосферы.

6.1. Атмосфера: состав, значение

Условием появления и развития жизни на Земле является атмосфера. Она вращается вместе с Землей как одно целое. Атмосфера состоит из смеси газов, которые называют воздухом. Сюда входят: водяной пар, пыль, кристаллы льда, копоть и др. Атмосфера — воздушная оболочка, окружающая земной шар и связанная с ним силой тяжести. Земная атмосфера составляет около $1/3$ радиуса нашей планеты; простирается на высоту 1,5—2 тыс. км над уровнем моря или суши; имеет массу примерно $15 \cdot 10^{15}$ т; с высотой атмосферное давление и плотность постепенно убывают.

Различают несколько основных слоев атмосферы: тропосфера; стратосфера; мезосфера; термосфера; экзосфера.

Тропосфера — нижний, прилегающий к земной поверхности слой, который простирается на высоту — 8—10 км у полюсов и 16—18 км — над экватором. В этом слое содержится до 80 % всей массы воздуха. На высоте 10—12 км в этой части атмосферы образуются облака, возникают грозы и другие физические процессы, формирующие погоду и определяющие климатические условия в разных областях нашей планеты.

Стратосфера простирается от 10—18 км до высоты 50—55 км от поверхности океана или суши. В стратосфере основное количество приходится на легкие газы: водород, гелий и другие легкие газы. Озоновый экран, образующийся на высоте 20-35 км, поглощает ультрафиолетовую радиацию и сильно влияет на тепловые условия поверхности Земли и физические процессы в тропосфере.

Мезосфера находится на высоте 55—80 км. **Термосфера** — расположена между 80—800 км. Мезосфера и термосфера — область заряженных частиц — ионов и электронов. Температура термосферы на высоте 400 км достигает 1500°C . Мезосфера и термосфера вместе

образуют мощный слой, называемый *ионосферой*. Ионосфера – область заряженных частиц — ионов и электронов.

Экзосфера — самая верхняя, сильно разреженная, часть атмосферы. В составе экзосферы преобладают газы в атомарном состоянии. Температура в этом слое повышается до 2000 °С.

Наибольшее воздействие на жизнедеятельность человека и всех живых существ оказывает приземный слой атмосферы. Химический состав воздуха у поверхности Земли в нормальных условиях примерно следующий: азот — 78 %, кислород — 21 %, углекислый газ — 0,03 %, аргон — 0,93 %, гелий, водород, озон, метан и другие газы — сотые доли процента (0,07%).

Значение атмосферы для всего живого невозможно переоценить. В течение суток человеку необходимо для дыхания примерно 13 м³ воздуха. Человек может прожить без пищи 5 недель, без воды — 5 дней, без воздуха — 5 минут. Самая важная для человека составная часть воздуха — кислород, при его недостатке нарушается деятельность легких, сердца, головного мозга и других органов. Атмосфера оказывает благотворное воздействие на климат Земли, предохраняя ее от чрезмерного охлаждения. Благодаря газовому «одеялу» окутывающему Землю, средняя температура воздуха на ее поверхности равна +14 °С. В атмосфере формируются климат и погода, задерживается масса метеоритов. Атмосфера играет роль переносчика влаги на Земле, является средой распространения света и звука. Атмосферный воздух широко используется как природный ресурс в народном хозяйстве. Охрана атмосферного воздуха — ключевая проблема оздоровления окружающей среды.

6.2. Загрязнение атмосферного воздуха: виды, источники, последствия

Важнейшей характеристикой воздушного бассейна является его качество. От качества воздуха зависят здоровье людей, состояние растительного и животного мира, прочность и долговечность любых конструкций зданий и сооружений. Атмосфера обладает способностью к самоочищению, которое происходит при вымывании аэрозолей из атмосферы осадками, турбулентном перемешивании приземного слоя воздуха и последующем отложении вредных веществ на поверхности земли. Однако в современных условиях в процессе антропогенной деятельности атмосфера подвергается загрязнению газовыми примесями, вредными веществами и атмосферный воздух

уже не в полной мере выполняет свои защитные, терморегулирующие и жизнеобеспечивающие экологические функции.

Загрязнение атмосферного воздуха — любое изменение его состава и свойств, которое оказывает негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем.

В зависимости от масштабов распространения выделяют различные типы загрязнения атмосферы: локальное, региональное и глобальное. *Локальное загрязнение* характеризуется повышенным содержанием загрязняющих веществ на небольших территориях (город, промышленный район, сельскохозяйственная зона и др.). Зона влияния локального загрязнения определяется, главным образом, изменчивой скоростью и направлением ветра. При *региональном загрязнении* в сферу негативного воздействия вовлекается территория в сотни километров. *Глобальное загрязнение* связано с изменением состояния атмосферы в целом.

В зависимости от происхождения загрязнения загрязнение атмосферы может быть *естественным и антропогенным*. *Естественное (природное)* загрязнение вызвано природными процессами. К ним относятся вулканическая деятельность, выветривание горных пород, ветровая эрозия, массовое цветение растений, дым от лесных и степных пожаров и др. *Антропогенное (техногенное)* загрязнение связано с выбросом различных загрязняющих веществ в процессе деятельности человека. Антропогенное загрязнение образуется в результате деятельности промышленных, сельскохозяйственных, строительных предприятий и при работе различных видов транспорта. По своим масштабам оно значительно превосходит природное загрязнение атмосферного воздуха.

Показатель «выбросы загрязняющих веществ» характеризуют степень существующего и ожидаемого воздействия выбросов основных загрязняющих веществ на окружающую среду и позволяют определить путь к достижению целевых значений, выраженных посредством национальных значений выбросов. Данный показатель складывается из двух составляющих: выбросы от стационарных источников и выбросы от мобильных источников.

Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников характеризуются как общее количество загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от всех организованных и неорганизованных стационарных источников.

Выбросы загрязняющих веществ мобильными источниками определяются на основании количества потребляемого топлива и данных по распределению парка транспортных средств, находящихся в об-

ращении на территории страны, по экологическим классам в процентах к общему их количеству на основании сведений Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

В таблице 6.1 представлены основные показатели, характеризующие выбросы вредных веществ в атмосферный воздух в Республике Беларусь.

Таблица 6.1

**Основные показатели, характеризующие выбросы
загрязняющих веществ в атмосферу
в Республике Беларусь в 2000, 2005, 2009—2011 гг. [8]**

Показатель	Года				
	2000	2005	2009	2010	2011
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, всего, тыс. т	1341	1418	1594	1319	1315
В том числе:					
от стационарных источников	388	404	457	377	371
от мобильных источников	953	1014	1137	942	944
Уловлено и обезврежено загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, тыс. т	2743	2902	2041	2863	2800
Удельный вес уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ в общем объеме веществ, отходящих от стационарных источников, %	88	88	82	88	88
Выбросы загрязняющих веществ в расчете на одного жителя, всего, кг/чел.	134	147	168	139	139
В том числе:					
от стационарных источников	39	42	48	40	39
от мобильных источников	95	105	120	99	100
Выбросы загрязняющих веществ в расчете на единицу территории страны, кг/км ²	6460	6828	7687	6356	6329
В том числе:					
от стационарных источников	1870	1944	2209	1817	1780
от мобильных источников	4590	4884	5478	4539	4549

Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за последнее десятилетие свидетельствует о снижении валовых выбросов. Так, если в 2000 г. общий объем выбросов составил 1341 тыс. т, то в

2011 г. они сократились на 26 тыс. т и составили 1315 тыс. т (71,8% от мобильных источников, 28,2% от стационарных источников). Хотелось бы отметить, что в Республике Беларусь выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников за период с 1900—2004 гг. сократились более чем в три раза. Причём, если снижение выбросов загрязняющих веществ в 1900—1995 гг. явилось следствием спада экономики, то в 1995—2000 гг. основная причина снижения выбросов — изменение структуры котельно-печного топлива по видам и проведения целенаправленной работы по энергосбережению. Дальнейший период с 2000 по 2011 гг. характеризуется стабилизацией выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. В настоящее время наиболее значительным источником загрязнения атмосферы является транспорт, соотношение по объёму выбросов от стационарных и мобильных выбросов за данный период составляет примерно 1: 2,4—2,5.

Ежегодно системами пылегазоочистки улавливается и обезвреживается 2,7—2,8 тыс. т загрязняющих веществ. Эффективность существующих систем пылегазоочистки варьирует в пределах 82—88%.

По объёмам выбросов от стационарных источников промышленность занимает первое место среди отраслей экономики Беларуси (табл. 6.2).

Таблица 6.2

**Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
от стационарных источников по видам экономической деятельности
в Республике Беларусь в 2009—2011 гг., тыс. т [8]**

Вид экономической деятельности	Года		
	2009	2010	2011
Промышленность, всего	207,8	195,2	195,5
В том числе:			
горнодобывающая промышленность	9,0	8,3	7,9
обрабатывающая промышленность	198,8	186,9	187,6
Сельское и лесное хозяйство, охота	37,7	49,5	66,8
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	165,5	88,8	71,2
Строительство	11,3	11,9	9,3
Торговля, ремонт автомобилей, бытовых изделий и предметов личного пользования	3,1	2,9	4,2
Транспорт и связь	22,4	21,0	15,8
Представление коммунальных, социальных и персональных услуг	2,9	3,2	3,2
Всего	457,2	377,1	370,9

Причём наблюдается стабильное сокращение выбросов в горнодобывающей промышленности и повышение — в обрабатывающей промышленности. Наиболее крупными загрязнителями в обрабатывающей промышленности являются: производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов; химическое производство; производство минеральных продуктов; производство машин и оборудования. Выбросы от стационарных источников в 2011 г. составили 370,9 тыс. т, из них в промышленности было выброшено 72% от валовых выбросов, в том числе 19% — в энергетике. Доля сельского хозяйства составила 18%; транспорта и связи — 4,3 %; строительства — 2,5 %; торговля, ремонт автомобилей, бытовых изделий и предметов личного пользования — 1,1%; жилищно-коммунального сектора — 0,9%.

В настоящее время мониторинг состояния атмосферного воздуха в Республике Беларусь проводится в 18 промышленных городах, включая областные центры, а также в Полоцк, Новополоцк, Оршу, Бобруйск, Мозырь, Речицу, Светлогорск, Пинск, Новогрудок, Жлобин, Лиду и Светлогорск. Регулярными наблюдениями охвачена территория, на которой проживает 81,3 % населения крупных и средних городов страны. По данным наблюдений 2011 г. состояние атмосферного воздуха в контролируемых городах — достаточно хорошее: среднегодовые концентрации приоритетных загрязняющих веществ были ниже установленных нормативов. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к снижению количества «проблемных» районов в промышленных центрах страны. Так, в 2011 г. их число уменьшилось в два раза по сравнению с 2007 г. Вместе с тем в некоторых районах Бреста, Пинска и Орши существует проблема загрязнения воздуха формальдегидом; Могилеве — диоксидом азота, фенолом, сероводородом и формальдегидом. В некоторых районах Минска, Бреста, городах Гомельской области (Гомель, Речица, Мозырь) в теплый период прослеживается увеличение в воздухе концентраций твердых веществ в 2—3 раза.

Антропогенные выбросы загрязняющих веществ в больших концентрациях и в течение длительного времени наносят большой вред не только человеку, но отрицательно влияют на животных, состояние растений и экосистем в целом. Повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха отражается, прежде всего, на здоровье людей. Признаки и последствия действий загрязнителей воздуха на организм человека большей частью выражаются в ухудшении общего состояния здоровья: появляются головные боли, тошнота, чувство слабости.

сти, снижается или теряется трудоспособность, сопротивляемость организма инфекциям. Неприятные запахи, запыленность, шумы и другие загрязнители воздушной среды вызывают ощущение дискомфорта, что психологически отрицательно сказывается на их самочувствии. Загрязнение воздушного бассейна вызывает значительные потери в народном хозяйстве: разрушение металлических конструкций, крыш и фасадов зданий, снижение качества выпускаемой продукции.

К важнейшим экологическим последствиям глобального загрязнения атмосферы относят: нарушение озонового слоя; выпадение кислотных дождей; потепление климата.

В настоящее время истощение озонового слоя признано всеми как серьезная угроза глобальной экологической безопасности. Озон — это форма существования кислорода. Обычная молекула кислорода состоит из двух атомов. Но под влиянием ультрафиолетового излучения солнца или электрического разряда обычные молекулы могут распадаться на отдельные атомы, а затем часть из них объединяется по три. Содержание озона в атмосфере очень незначительно — на 10 миллионов молекул воздуха у поверхности Земли приходится лишь три его молекулы. 90 процентов его располагается в стратосфере на высоте от 10 до 50 километров над поверхностью Земли — это и есть тот самый озоновый слой, сохранением которого обеспокоено человечество. И хотя слой этот очень тонкий, роль его огромна. Именно он задерживает львиную долю губительного для всего живого ультрафиолетового излучения (УФ) в диапазоне 280—315 нанометров. Считается, что при нормальном содержании озона в атмосфере поверхности Земли достигает лишь 6 % УФ — излучения. Без преувеличения можно сказать, что весь растительный и животный мир планеты обязан своим существованием озоновому слою. Всемирная организация здравоохранения определила 26 заболеваний, связанных с изменением уровня УФ. С конца 70-х годов прошлого века учёные отмечали неуклонное истощение озонового слоя. Это вызывало повышенный интерес к вопросу озона.

Существует множество причин ослабления озонового щита Земли. Одной из причин разрушения молекулы озона принято считать проникновение в верхние слои стратосферы используемых в промышленности озоноразрушающих веществ (ОРВ), молекулы которых содержат хлор или бром. Хлорфторуглероды (ХФУ) или другие ОРВ, выпущенные человеком в атмосферу, достигают стратосферы. Там под воздействием коротковолнового ультрафиолетового излучения

Солнца их молекулы теряют, к примеру, атом хлора. Агрессивный хлор разбивает молекулы озона, сам при этом ни претерпевая никаких изменений. Согласно оценке ВМО, снижение содержания озона в атмосфере в глобальных масштабах значительно замедлилось в середине 1990-х годов и остановилось после 2000г. Свои плоды дало присоединение большого количества стран, в том числе промышленно развитых, к Венской конвенции (1985 г.) и Монреальскому протоколу (1987 г.). Солидные финансовые ассигнования выделены мировым сообществом развивающимся странам на замещение озоноразрушающих веществ. Однако несмотря на успех международного сотрудничества в области сохранения озонового слоя Земли, ситуация остается сложной. Так, в 2011 г. была зарегистрирована одна из самых больших по размеру Антарктических озоновых «дыр» площадью более 25 млн км², соответственно потери озона во время этого явления были значительны. По многим оценкам процесс разрушения озонового слоя Земли будет продолжаться ещё около 50 лет, пока концентрация хлорфторуглеродов и галогенов в атмосфере не снизится до уровня 70-х годов прошлого столетия. Содержание озоноразрушающих веществ в атмосфере всё ещё велико, а очищение её от этих соединений происходит крайне медленно, несмотря на то, что в соответствии с международными соглашениями по защите озонового слоя их промышленное производство сокращено. По прогнозным оценкам полное восстановление озонового слоя возможно только к концу XXI века.

Республика Беларусь подписала и выполняет основные международные соглашения по озону. В рамках выполнения обязательств Венской конвенции над территорией страны с 1996 года ведется регулярный мониторинг состояния озоносферы. А в 2002 году при Белгосуниверситете создан Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы. В настоящее время на Минской озонметрической станции НИИЦ МО БГУ проводятся регулярные измерения общего содержания озона (ОСО) в столбе атмосферы, концентрации тропосферного озона, уровней приземного ультрафиолетового солнечного излучения. На лидарной станции Института физики НАН Беларуси осуществляются измерения вертикальных профилей распределения ОСО и параметров атмосферных аэрозолей. Сегодня в Республике Беларусь не производится ни одного ОРВ, также запрещен их ввоз в страну, как и поставки техники, материалов, которые содержат опасные компоненты. При производстве хла-

дагентов белорусские предприятия стали использовать озонобезопасные вещества. В стране разработана Республиканская программа по прекращению использования озоноразрушающих веществ до 2030 года.

Состояние воздушной среды на территории страны во многом зависит от поступления загрязняющих веществ с трансграничным переносом. Территориально-географическое расположение Беларуси и роза ветров предопределили преобладание трансграничной составляющей (более 70%) в общем загрязнении окружающей среды. Главными по масштабам и значимости негативных воздействий среди атмосферных техногенных загрязнителей являются оксиды серы и азота, вызывающие «кислотные дожди» и оказывающие отрицательное влияние на все биологические компоненты. Основным методом оценки трансграничных выпадений в региональных масштабах (включая Беларусь) является моделирование атмосферного переноса загрязнителей на основании данных о выбросах и условиях рассеяния. Расчеты выполняются в рамках совместной программы наблюдений и оценки переноса на большие расстояния загрязняющих веществ в Европе, а также Метеорологическими синтезирующими центрами «Восток» и «Запад» (МСЦ-В и МСЦ-З). По модельным расчетам МСЦ-З Программы ЕМЕП по сравнению с 2000 г. суммарные выпадения серы на территорию Беларуси в 2009 г. сократились на 29,5 %, окисленного азота — на 8 %, восстановленного азота — на 12 % и составили соответственно 112, 65, 99 тыс тонн. В поступлении этих веществ на территорию Республики Беларусь основной вклад принадлежит Польше, Украине и России. Эти же страны являются основными поставщиками тяжелых металлов (свинца, кадмия, ртути) и бензо(а)пирена. «Достают» нашу страну и другие страны: Румыния, Германия. Соседние страны являются также источниками выбросов оксида азота, НМЛОС, служащих предшественниками приземного озона.

На международном уровне вопросы трансграничных эмиссий вредных веществ регулируются следующими документами: Конвенцией о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (1979 г.)- вступила в силу в 1983 году; Протоколом к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния 1979 г., касающимся финансирования совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе (ЕМЕП) (1984 г.); Протоколом о сокращении выбросов

окислов азота или их трансграничных потоков на большие расстояния (1988 г.); Протоколом к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния 1979 г., касающимся сокращения на 30% выбросов серы или их трансграничных потоков (1985 г.); Конвенцией об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (1991 г.).

Изменение климата является одной из глобальных экологических проблем современности. В результате техногенной деятельности человека некоторые парниковые газы, прежде всего двуокись углерода, накапливаясь в атмосфере, создают так называемый «парниковый эффект». Он является причиной повышения температуры воздуха и скорости ветра, таяния ледниковых зон, расширения пустынь, изменения растительного мира и системы распределения атмосферных осадков. Установлено, что 90% существующих технологий снижения выбросов парниковых газов (ПГ) приходится на энергетический сектор. Поэтому необходимость решать эту проблему назрела давно и стала причиной появления Киотского протокола (1997 г.) — первого международного документа, использующего рыночные механизмы для решения глобальных энергетических проблем. После ратификации Протокола Государственной Думой Российской Федерации, названное международное соглашение вступило в силу 16 февраля 2005 г. В Республике Беларусь этот документ был ратифицирован 24 ноября 2005 года. В соответствии с условиями соглашения данного документа страна подписавшая протокол берет на себя обязательства сохранить общий объём выбросов парниковых газов (ПГ) в эквиваленте CO₂ на уровне 1990 года; ей также предоставляется возможность продавать свои неиспользованные права на выброс при условии, что реальный уровень выбросов в течение периода обязательств не превышает установленного показателя. Согласно проведённой Минприроды инвентаризации ПГ на основе Методологии МГИК, выброс ПГ в Республике Беларусь в 1990 г. составил 112,5 млн. т; в 2000—52,3; в 2001—54,0; в 2002—58,9; в 2003—55,6 в эквиваленте CO₂. Снижение выбросов парниковых газов, прежде всего, результат целенаправленной деятельности государства в области энергосбережения. В топливно-энергетическом балансе РБ в период с 1990 по 2003 гг. доля угля сократилась с 3,7 до 0,7%, мазута — с 37,5 до 21,7% при одновременном увеличении доли природного газа с 30,3 до 59,9% и местных видов топлива — с 1,4 до 12%. В 2010 г. объём выбросов парниковых газов в Беларуси составил 89,4 млн т в

год без учета поглощения (64,27 % к 1990 г.) и 59,2 млн т в год с учетом поглощения углекислого газа. Около 63 % выбросов парниковых газов в стране приходится на энергетику; 25 % — на сельское хозяйство; промышленность, использование растворителей и отходы в сумме составляют около 12 % выбросов парниковых газов. Общий объем выбросов парниковых газов с 2005 г. по 2010 г. увеличился с 84,2 до 89,4 млн т без учета поглощения и с 58,0 до 59,2 млн т с учетом поглощения углекислого газа (поглощение парниковых газов происходит в лесном хозяйстве и землепользовании); увеличение выбросов произошло во всех секторах экономики Беларуси.

Третий саммит Земли «Рио + 20», проходивший в июне 2012 года в Бразилии, показал, что за двадцатилетний период не было достигнуто существенных успехов по главным индикаторным признакам устойчивого развития: ограничение роста народонаселения, контроль выбросов диоксида углерода и потепления климата, сохранение биоразнообразия, преодоление бедности и голода, проблема обеспечения чистой водой. Главный фактор, тормозящий переход — крупный бизнес, использующий рыночные механизмы для получения прибыли и не желающий вкладывать капитал в переход к «зеленой экономике». В основу Декларации «Будущее, которого мы хотим», принятой на третьем саммите Земли «Рио + 20» положены представления о «зеленой» экономике, предполагающей экологизацию всех сфер хозяйственной деятельности человека.

6.3. Защита атмосферы

Защита атмосферного воздуха от загрязнений предусматривает систему мероприятий, которые объединены в три группы: группа планировочных мероприятий, группа технологических мероприятий, группа санитарно-технических мероприятий.

К группе планировочных мероприятий относят: оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом «розы ветров»; выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами; сооружение автомобильных дорог в обход населенных пунктов; устройство санитарно-защитных зон; озеленение городов.

Оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом «розы ветров» предусматривает выбор площадки для строительства промышленных предприятий и жилых массивов с учетом пре-

обладающего направлением ветра, состояния атмосферного воздуха, аэроклиматической характеристики и рельефа местности. Промышленные предприятия, распространяющие пылевидные и газообразные выбросы и тем самым сильно загрязняющие атмосферный воздух размещают вдали от крупных городов и с подветренной стороны для господствующих ветров по отношению к ближайшему жилому району. В городах Беларуси с учетом преобладания западных и северо-западных ветров промышленные предприятия размещаются преимущественно на восточных и юго-восточных окраинах.

Промышленное предприятие должно быть расположено на ровном возвышенном месте, хорошо продуваемом ветрами.

Планировочные мероприятия по оздоровлению атмосферного воздуха предусматривают сооружение транспортных развязок, кольцевых дорог, использование подземного пространства и др. с учетом местных природно-климатических факторов.

С целью охраны атмосферного воздуха на территориях действующих предприятий, при размещении новых промышленных объектов устанавливаются санитарно-защитные зоны.

Санитарно-защитная зона — это территория вокруг предприятия, где возможно превышение ПДК для одного или нескольких загрязняющих веществ. Санитарно-защитные зоны устраиваются с целью защиты населения от влияния вредных факторов производства (выбросы пыли и иные виды загрязнения среды). Ширину санитарно-защитных зон устанавливают в зависимости от класса производства, степени вредности и количества, выделенных в атмосферу веществ и принимают равной от 50 м (V класс производства) до 1000 м (I класс производства). На территории санитарно-защитной зоны допускается размещать пожарное депо, гаражи, склады, административные здания, лаборатории, стоянки транспорта и т. п. Однако санитарно-защитную зону нельзя рассматривать как резервную территорию предприятия и использовать ее для расширения промышленной площадки. Для максимального ослабления влияния на окружающее население производственных загрязнений атмосферного воздуха санитарно-защитная зона должна быть благоустроена и озеленена газоустойчивыми породами деревьев и кустарников, например, акацией белой, тополем канадским, елью колючей, шелковицей и т. д.

Большое значение для защиты атмосферного воздуха имеют мероприятия по озеленению городов и пригородных зон. Один гектар зеленых насаждений за год очищает 10 млн м³ воздуха, а за час погло-

щает 8 кг углекислого газа. Учитывая важную роль зеленых насаждений, в Беларуси последовательно проводится принцип озеленения населенных мест. Площадь зеленых массивов и насаждений в городах Беларуси составляет около 58,3 тыс. га. На одного горожанина страны приходится 82 м² зеленых насаждений.

Состояние воздушной среды крупных и средних городов во многом обусловлено наличием пригородной зеленой зоны, занятой преимущественно лесами, лесопарками и другими зелеными насаждениями. В Беларуси проводятся регулярные наблюдения за состоянием лесов в промышленных центрах. Так, оценка состояния насаждений в окрестностях Минской кольцевой автомобильной дороги (МКАД) показала, что насаждения подвергаются влиянию загрязнения, связанного с автомобильным транспортом. С одной стороны, наблюдается загрязнение тяжелыми металлами, попадающими в компоненты окружающей среды с выхлопами автотранспорта и пылью от автомагистрали, с другой — солевое загрязнение, связанное с применением притивогололедных препаратов в зимний период. Причем солевое загрязнение является основной причиной деградации растительности в опушечных зонах вдоль МКАД. По результатам обследования 2011 года состояние насаждений на отдельных участках Минска и его окрестностях, Новополоцка, Гродно вызывает озабоченность. В перспективе необходимо проведение мероприятий по поддержанию устойчивости и функциональной эффективности рекреационных, защитных и средообразующих свойств лесных экосистем.

Группа технологических мероприятий — это наиболее радикальная мера защиты воздушного бассейна. Она направлена на создание чистых технологий, модернизацию основных производственных средств, внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий. Внедрение технологических мероприятий — это наиболее радикальная мера защиты воздушного бассейна.

К сожалению, существующий уровень развития технологических процессов, состояния машин и агрегатов не позволяет в полной мере обеспечить безопасность атмосферы, поэтому на предприятиях повсеместно применяют мероприятия, относящиеся к группе санитарно-технических. Однако прежде чем выбрать соответствующие санитарно-технические мероприятия, необходимо осуществить все возможные технологические и планировочные мероприятия для снижения валовых выбросов вредных веществ в атмосферу.

Группа санитарно-технических мероприятий включает: установку газопылеочистного оборудования; сооружение сверхвысоких дымовых труб; герметизацию технологического и транспортного оборудования.

Одна из основных мер предотвращения загрязнения атмосферного воздуха — строительство газоочистных сооружений и устройств.

Установка очистки газа — это комплекс сооружений, оборудования и аппаратуры, предназначенный для отделения от газа, поступающего из промышленного источника, или превращения веществ, загрязняющих атмосферу, в безвредное состояние.

Аппарат очистки газа — элемент установки, в котором непосредственно осуществляется избирательный процесс улавливания или обезвреживания веществ, загрязняющих атмосферу.

Установки очистки в зависимости от агрегатного состояния улавливаемого или обезвреживаемого вещества подразделяются на газоочистные и пылеулавливающие.

На ТЭС применяются три типа золоуловителей: аппараты сухой инерционной очистки газов (жалюзийные золоуловители, циклоны, прямоточные циклоны, батарейные циклоны); аппараты мокрой очистки газов; электрофильтры.

Степень улавливания золы в золоуловителях колеблется в зависимости от свойств золы и условий эксплуатации в широких пределах. Так, степень улавливания электрофильтров составляет 96—99,9 %; мокрых золоуловителей — 92—96 %; батарейных циклонов — 82—90 %.

Сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры) предназначены для грубой механической очистки выбросов от крупной и тяжелой пыли. Оседание частиц в сухих пылеуловителях происходит под действием центробежных (инерционных) сил и сил тяжести. Циклоны или батарейные циклоны применяются в промышленной теплоэнергетике, металлургии, нефтегазовой промышленности, деревообрабатывающем производстве и т.д.

Мокрые пылеуловители (скрубберы, турбулентные, газопромыватели и др.) требуют подачи воды и работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхность капель под действием сил инерции и броуновского движения. Отсепарированная за счет центробежных сил зола лучше отводится из аппарата в бункер, при этом уменьшается вторичный захват зольных частиц со стенки газовым потоком. Мокрые пылеуловители незаменимы при очистке от пыли

взрывоопасных и горячих газов.

Одним из хорошо зарекомендовавших себя и перспективным типом золоуловителей для крупных ТЭС являются *электрофильтры*, которые могут обеспечить высокую степень очистки газов при аэродинамическом сопротивлении не более 150 Па практически без снижения температуры и без увлажнения дымовых газов. Электрофильтры — наиболее совершенный способ очистки газов от взвешенных в них частиц пыли размером до 0,01 мкм при высокой эффективности очистки газов (99,0—99,5%). Принцип работы всех типов электрофильтров основан на ионизации пылегазового потока у поверхности коронирующих электродов. В промышленности используют: сухие электрофильтры (применяют для тонкой очистки газов от пыли различных видов) и мокрые электрофильтры (применяют для очистки вентиляционных выбросов от пыли, туманов минеральных масел, пластификаторов и т. п.). Основной недостаток электрофильтров — электроды требуют большого расхода электроэнергии. В промышленности чаще всего используют комбинированные методы очистки от пыли.

Методы очистки промышленных выбросов от газообразных загрязнителей по характеру протекания физико-химических процессов делят на пять основных групп: абсорбция, адсорбция, хемосорбция; термическая нейтрализация отходящих газов; поглощение примесей путем применения каталитического превращения. Выбор метода очистки определяется технико-экономическим расчетом и зависит от концентрации загрязнителя в очищаемом газе и требуемой степени очистки; объемов очищаемых газов и их температуры; наличия сопутствующих газообразных примесей и пыли; размеров площадей, имеющих для сооружения газоочистной установки; наличия необходимого катализатора, и т. д. При выборе аппаратного оформления для новых технологических процессов, а также при реконструкции действующих установок газоочистки необходимо руководствоваться следующими требованиями: максимальная эффективность процесса очистки; простота конструкции и ее обслуживания; компактность и возможность изготовления аппаратов из полимерных материалов; возможность работы на циркуляционном орошении или на самоорошении. Главный принцип, который должен быть положен в основу проектирования очистных сооружений это максимально возможное удержание вредных веществ, теплоты и возврат их в технологический процесс.

Абсорбционный метод основан на поглощении вредных газообразных примесей жидким поглотителем (абсорбентом) и последующем разделении газовой смеси на составные части с образованием раствора. Устройство, в котором осуществляют процесс абсорбции, называют абсорбером. В качестве абсорбента используют: воду (для удаления из технологических выбросов таких газов, как аммиак, хлористый или фтористый водород; сернистого ангидрида и хлора); водные растворы сернистой кислоты (для улавливания водяных паров); вязкие масла (для улавливания ароматических углеводородов из коксового газа) и др.

Метод хемосорбции основан на поглощении газов и паров твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений. Большинство реакций, протекающих в процессе хемосорбции, являются экзотермическими и обратимыми, поэтому при повышении температуры раствора образующееся химическое соединение разлагается с выделением исходных элементов. В качестве хемосорбента используют мышьяковощелочный, этаноламиновый растворы (для очистки газовой смеси от сероводорода); известковый раствор (для очистки газов от оксидов азота) и др. Методы абсорбции и хемосорбции, применяемые для очистки промышленных выбросов, называют мокрыми. Преимущество абсорбционных методов заключается в экономичности очистки большого количества газов и осуществлении непрерывных технологических процессов. Основные недостатки мокрых методов: сильное понижение температуры газов, что приводит к снижению эффективности рассеивания остаточных газов в атмосфере; громоздкость оборудования; образование большого количества отходов, в связи с чем возникают проблемы обезжиривания, транспортировки или утилизации шлама, что удорожает и усложняет эксплуатацию.

Адсорбционный метод позволяет извлекать вредные компоненты из промышленных выбросов с помощью адсорбентов — твердых тел с ультрамикропористой структурой. Метод основан на физических свойствах некоторых твердых тел с ультрамикроскопической структурой селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты из газовой смеси. В качестве адсорбентов применяют активированный глинозем, силикагель, активированный уголь, глинозем, цеолиты, сланцевая зола и другие вещества. Адсорбцию используют для удаления радиоактивных газов при эксплуатации ядерных реакторов; при удалении паров растворителя из

отработанного воздуха при окраске автомобилей; органических смол и паров растворителей в системе вентиляции предприятий по производству стекловолокна и стеклотканей; для очистки выхлопных газов автомобилей; для удаления ядовитых компонентов выбрасываемых в атмосферу через лабораторные вытяжные шкафы; и т. д.

Метод термической нейтрализации основан на способности горючих токсичных компонентов (газы, пары и сильно пахнущие вещества) окисляться до менее токсичных при наличии свободного кислорода и высокой температуры газовой смеси. Этот метод применяется в тех случаях, когда объемы выбросов велики, а концентрации загрязняющих веществ превышают 300 млн^{-1} . Область применения метода термической нейтрализации вредных примесей ограничивается характером образующихся при окислении продуктов реакции. Так, при сжигании газов, содержащих фосфор, галогены, серу, образующиеся продукты реакции по токсичности во много раз превышают исходный газовый выброс. Исходя из этого, метод термического обезвреживания применим для выбросов, включающих токсичные компоненты органического происхождения, но не содержащие галогены, серу и фосфор.

Каталитический метод используют для превращения токсичных компонентов промышленных выбросов в вещества безвредные или менее вредные для окружающей среды путем введения в систему дополнительных веществ — катализаторов. Катализаторами могут быть металлы (платина, палладий, ванадий и другие благородные металлы); соединения металлов (оксиды меди, марганца и т. п.). Каталитические методы очистки применяют и для нейтрализации выхлопных газов автомобилей.

Помимо вышеизложенных методов газоочистки промышленных выбросов для удаления неприятных запахов биологического происхождения, для организации газоочистки в процессах нанесения лаковых покрытий в автомобильной промышленности и литейных цехах начали применять биохимические методы газоочистки. Биохимические методы газоочистки основаны на способности микроорганизмов разрушать и преобразовывать различные соединения. Разложение веществ происходит под действием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами под влиянием отдельных соединений или группы веществ, присутствующих в очищаемых газах. Биохимические методы газоочистки более всего применимы для очистки отходящих газов постоянного состава. При частом изменении состава газа микроорга-

низмы не успевают адаптироваться и вырабатывают недостаточное количество ферментов для их разложения, в результате чего биологическая система будет обладать слабой разрушающей способностью по отношению к вредным компонентам газов.

При невозможности или нецелесообразности использования пылегазоулавливающих устройств рассеивание пылегазовых выбросов осуществляют с помощью высоких дымовых труб: чем выше труба, тем больше ее рассеивающий эффект. Рассеивание вредных веществ в атмосфере — это временное, вынужденное мероприятие, которое осуществляется вследствие того, что существующие очистные устройства не обеспечивают полной очистки выбросов от загрязняющих веществ. Этот метод не позволяет защищать воздушную среду от поступления токсичных примесей, но дает возможность существенно снизить их приземную концентрацию до уровня ПДК.

Контрольные вопросы

1. Что такое атмосфера? Дайте характеристику строения атмосферы.
2. Какие Вы знаете типы загрязнения атмосферы в зависимости от масштабов распространения?
3. С чем связано изменение климата? Как решается эта проблема на международном уровне? Каково участие Республики Беларусь в решении проблемы глобального потепления?
4. Что такое трансграничные переносы? Как регулируются вопросы трансграничных эмиссий вредных веществ на международном уровне?
5. Как решается проблема нарушения озонового слоя?
6. Какие группы мероприятий входят в систему защиты атмосферы? Какие из этих мероприятий являются наиболее радикальной мерой защиты воздушного бассейна? Объясните почему?
7. Дайте характеристику группы санитарно-технических мероприятий по защите атмосферы.
8. Дайте характеристику планировочных мероприятий по защите атмосферы.
9. Назовите мероприятия, которые входят в группу технологических мероприятий по защите атмосферного воздуха. Объясните суть действия одного из них по выбору.

Глава 7. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГИДРОСФЕРУ. ЗАЩИТА ГИДРОСФЕРЫ

Рассматриваемые вопросы:

- 7.1. Загрязнение гидросферы: виды, источники.
- 7.2. Защита поверхностных вод от загрязнения: мероприятия, их характеристика.
- 7.3. Методы очистки сточных вод, их характеристика.
- 7.4. Защита подземных вод от загрязнения.

7.1. Загрязнение гидросферы: виды, источники

Количество и качество водных ресурсов определяют устойчивое развитие любого государства. Они являются важнейшим компонентом природно-ресурсного потенциала страны, который интенсивно используется населением и различными отраслями экономики. Водные ресурсы относятся к категории возобновляемых природных ресурсов, тем не менее, их использование должно быть строго регламентировано, чтобы исключить возможность загрязнения и необратимых изменений в состоянии окружающей среды.

Под загрязнением водоемов понимают снижение биосферных функций и экологического значения водоемов в результате поступления в них вредных веществ, который рассчитывается как отношение общего годового объема водозабора к среднемуголетнему годовому объему возобновляемых ресурсов пресных вод.

Загрязнение вод проявляется в изменении органолептических свойств (нарушение прозрачности, окраски, запахов, вкуса); физико-химических свойств (увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов, сокращении растворенного в воде кислорода воздуха, появлении радиоактивных элементов); санитарно-гигиенических свойств (появлении болезнетворных бактерий и др.).

В зависимости от способа загрязнения различают следующие загрязнители: химические (нефть, пестициды, тяжелые металлы и др.); биологические (вирусы и другие болезнетворные микроорганизмы); физические загрязнители (радиоактивные вещества, тепло и др.).

Процессы загрязнения поверхностных вод обусловлены различными факторами: сброс в водоемы неочищенных сточных вод; смыв ядохимикатов ливневыми осадками; газодымовые выбросы; утечка нефти и нефтепродуктов.

Источники загрязнения подземных вод весьма разнообразны. К естественным источникам загрязнения относят сильно мине-

рализованные (соленые и рассолы) подземные воды или морские воды, которые могут внедряться в пресные незагрязненные воды при эксплуатации водозаборных сооружений и откачке воды из скважин. Подземные воды могут загрязняться также в результате хозяйственной деятельности человека (при просачивании промышленных, хозяйственно-бытовых стоков из хранилищ, прудов-накопителей, отстойников; по затрубному пространству неисправных скважин; через поглощающие скважины, карстовые воронки). Загрязнения подземных вод не ограничиваются площадью промпредприятий, хранилищ отходов и т. д., а распространяются вниз по течению потока на значительные расстояния (до 20-30 км и более) от источника загрязнения.

Выделяют следующие виды загрязнения вод: химическое; бактериальное; механическое; тепловое; радиоактивное загрязнение. *Химическое загрязнение* — наиболее распространенное, стойкое и далеко распространяющееся от источника загрязнения. Различают следующие виды химического загрязнения: органическое (фенолы, пестициды и др.) и неорганическое (соли, кислоты, щелочи); токсичное (мышьяк, соединения ртути, кадмия и др.) и нетоксичное. *Бактериальное загрязнение* связано с появлением в воде патогенных бактерий, вирусов простейших, грибов и др. Этот вид загрязнений носит временный характер. *Механическое загрязнение* характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, шлам, ил и др.), твердых отходов (мусора), остатков лесосплава, промышленных, бытовых отходов. Механическое загрязнение значительно ухудшает органолептические показатели и качество вод, отрицательно влияет на условия обитания рыб, состояние экосистем. *Тепловое загрязнение* связано с повышением температуры вод в результате их смешивания с более нагретыми поверхностными или технологическими водами. При тепловом загрязнении происходит изменение газового и химического состава воды, размножение анаэробных бактерий; рост количества гидробионтов; выделение ядовитых газов; ускоренное развитие микрофлоры и микрофауны, что способствует развитию других видов загрязнения. *Радиоактивное загрязнение* — содержание в воде радиоактивных веществ. Содержание в воде радиоактивных веществ, даже при очень малых концентрациях, весьма опасно.

Возобновляемые ресурсы пресных вод Беларуси представлены речным стоком и подземными водами. Объем, которых формируется в естественных условиях за счет выпадения осадков на территории страны, а также притока речных и подземных вод из сопредельных

стран. По величине водных ресурсов рек Беларусь занимает четвертое место в Европе после Норвегии, Великобритании и Польши. В Беларуси насчитывается около 21 тысячи рек и 10 тысячи озер. Создано 153 водохранилища. Основным источником поверхностных водных ресурсов являются средние и крупные реки, объем водного стока которых в средние по водности годы примерно составляет 57 900 млн м³ в год. Естественные ресурсы пресных подземных вод составляют 15 900 млн м³ в год, прогнозные — 18100 млн м³ в год. Водные ресурсы страны достаточны для удовлетворения современных и перспективных потребностей в воде. В таблице 7.1 представлены данные изъятия пресных вод в Республике Беларусь.

Таблица 7.1

**Забор воды из природных источников
в Республике Беларусь в 2000, 2005, 2009—2011 гг., млн м³ [8]**

Категория забранных вод	2000	2005	2009	2010	2011
Всего	1837	1706	1507	1548	1592
Поверхностные водные объекты	755	694	672	694	722
Подземные источники	1082	1012	835	854	870

Согласно данным водного кадастра суммарный объем забора природных вод в 2011 г. составил 1592 млн м³ и по сравнению с 2010 г. возрос на 44 млн м³ в результате изъятия воды как из поверхностных водных объектов, так и подземных водных источников соответственно на 28 и 16 млн м³. В последние два года наблюдается тенденция к увеличению объемов забираемой воды, как поверхностной, так и подземной, характерная практически для всех областей страны, кроме Могилевской. Согласно индексу эксплуатации водных ресурсов (2,8—3 %), суммарный забор воды для всех отраслей хозяйственной деятельности не оказывает существенного давления на имеющиеся в стране водные ресурсы. Питьевое водоснабжение населенных пунктов осуществляется преимущественно за счет подземных вод, поверхностные воды частично используются в Минске и Гомеле. Качество питьевых вод в основном отвечает санитарно-гигиеническим требованиям, за исключением повышенного природного содержания в воде железа и марганца, в отдельных случаях бора, фтора. В стране около 2 млн человек используют воду с содержанием железа выше санитарной нормы (0,3 мг/л), принятой в Беларуси. Обеспеченность населения централизованным водоснабжением составляет 86 %, в том числе сельского — 57 %. Нецентрализованными источниками водоснабжения пользуются 1,4 млн человек, в том числе сельское население —

1,1 млн человек. Из 42, 6 тыс. контролируемых шахтных колодцев около 11 % не отвечают гигиеническим требованиям по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Ухудшение качества воды в шахтных колодцах обусловлено как сельскохозяйственной деятельностью (внесение удобрений), так и несоблюдением санитарно-гигиенических правил при размещении, оборудовании и эксплуатации колодцев.

В республике Беларусь общее количество отведенных сточных вод в 2011 г. составило 1066 млн т, в том числе 92 % — в водные объекты и 8 % — в накопители, впадины, на поля фильтрации и земельные поля орошения (табл. 7.2).

Таблица 7.2

**Отведение сточных вод
в Республике Беларусь в 2000, 2005, 2009—2011 гг., млн м³ [8]**

Объекты отведения сточных вод, степень очистки сточных вод	2000	2005	2009	2010	2011
Всего	1307	1234	1060	1052	1066
В том числе в водные объекты:	1173	1124	974	967	979
не требующие очистки	265	268	286	290	311
нормативно-очищенные	883	846	685	671	662
недостаточно очищенные	25	10	3	6	6
В накопители, впадины, на поля фильтрации и земельные поля орошения	134	110	86	85	87

Показатель «отведение сточных вод в водные объекты» определяет уровень и характер нагрузки на реки и водоемы страны, позволяет получить информацию для совершенствования механизмов охраны водных объектов и оценки, принятых мер по повышению степени очистки сточных вод.

Среди категорий сточных вод, отводимых в водные объекты, как и в предыдущие годы, количественно преобладали нормативно-очищенные воды (662 млн м³), объем которых имеет хорошо выраженную тенденцию к сокращению. Объем недостаточно очищенных сточных вод в 2011 г. уменьшился до 6 млн. м³ и по сравнению с 2000 г. сократился в 4,2 раза.

В отраслевой структуре водоотведения самое большое количество отводимых в водные объекты сточных вод приходится на такой вид экономической деятельности как «производство и распределение электроэнергии, газа и воды» — 57%, затем на рыболовство и рыбноводство — 24 % и обрабатывающую промышленность — 10 % [10].

Приоритетными загрязняющими веществами в составе отводи-

мых сточных вод для большинства бассейнов рек являются фосфор фосфатный, азот аммонийный, азот нитратный и органические вещества, нормируемые по БПК₅, и соединения железа общего.

Объекты очистки сточных вод в городах очистки используются не на полную мощность. Степень загрузки очистных сооружений в городах страны изменяется от 32 до 72 %. Более 80 % локальных очистных сооружений в значительной степени изношены (построены в 1970—1980 гг.) и требуют реконструкции и перехода на новые более эффективные методы обработки сточных вод. Для повышения эффективности очистки сточных вод, уменьшения сброса загрязняющих веществ в водные объекты и снижения загрязнения грунтовых вод от полей фильтрации необходимо продолжать строительство новых и реконструкцию действующих очистных сооружений, насосных станций, канализационных сетей в городских и сельских населенных пунктах.

7.2. Защита поверхностных вод от загрязнения: мероприятия, их характеристика

Поверхностные воды охраняют от засорения, загрязнения и истощения.

Загрязнение вод — поступление в водный объект загрязняющих веществ, микроорганизмов, тепла, нарушающих состав и свойства воды.

Засорение вод — накопление в водных объектах посторонних предметов.

Истощение вод — устойчивое уменьшение минимально допустимого стока поверхностных вод или сокращение запасов подземных вод.

С целью защиты поверхностных вод от загрязнения предусматриваются следующие экозащитные мероприятия: очистка сточных вод; внедрение систем оборотного водоснабжения; развитие безотходных, малоотходных и безводных технологий; закачка сточных вод в глубокие водоносные горизонты; установление водоохранных зон и лесозащитных зон; очистка и обеззараживание поверхностных вод, используемых для водоснабжения и др.

Очистка сточных вод — это обработка воды для разрушения или удаления из нее определенных веществ. Сточные воды — главный загрязнитель поверхностных вод, поэтому разработка и внедрение эффективных методов очистки сточных вод представляется весьма актуальной и экологически важной задачей. Основные способы очистки сточных вод нами рассмотрены в следующем вопросе.

При внедрении оборотных и замкнутых систем водоснабжения основной процесс и очистку сточных вод необходимо рассматривать как единое целое. При разработке оборотных систем водоснабжения промышленных предприятий необходимо планировать очистку и повторное использование поверхностных сточных вод с учетом следующих направлений:

- ✓ локализация стока с отдельных участков предприятия и его отвод либо в общезаводские очистные сооружения, либо в общую схему очистки поверхностных сточных вод;
- ✓ раздельная организация стоков с водосборных участков, отличающихся по составу и количеству примесей;
- ✓ очистка поверхностного стока совместно с производственными сточными водами;
- ✓ локальные очистные сооружения для поверхностных сточных вод.

Выбор применяемых оборотных систем водоснабжения определяется типом предприятия, его мощностью, характеристиками источников водоснабжения, степенью внедрения безотходных технологий и т. п.

Например, на машиностроительных заводах в основном применяют двухступенчатую очистку, при которой сточные воды предварительно очищают в локальных очистных сооружениях от примесей, наиболее характерных для данных участков и цехов, а затем осуществляют доочистку на общезаводских очистных сооружениях. В системах оборотного водоснабжения безвозвратные потери воды компенсируются дополнительным (подпиточным) количеством свежей воды из источника.

Развитие безотходных, малоотходных технологий — радикальное решение проблем охраны окружающей среды от негативного воздействия промышленных.

Безотходная технология — практическое применение знаний, методов и средств, с тем чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду. Под безотходной технологией, безотходным производством, безотходной системой понимают не просто технологию или производство того или иного продукта (или продуктов), а принцип организации и функционирования производств, региональных промышленно-производственных объединений, территориально-производственных комплексов народного хозяйства в целом. Безотходное производство является практически замкнутой системой, организованной по аналогии с природными экологическими системами. Большое значение при разработке безотходных технологий приобретает использование ресурсо- и энергосбере-

гающих технологий.

Малоотходная технология является промежуточной ступенью при создании безотходного производства.

Малоотходная технология — такой способ производства продукции, при котором вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарными органами, но по техническим, экономическим организационным или другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение. Таким образом, малоотходная и безотходная технология должны обеспечить комплексную переработку сырья с использованием всех его компонентов; создание и выпуск новых видов продукции; переработку отходов производства и потребления с получением товарной продукции; использование замкнутых систем промышленного водоснабжения; создание безотходных производственных комплексов.

Захоронение в недра сточных вод, попутных пластовых вод нефтегазовых месторождений или шахтных и термальных вод, не поддающихся очистке существующими средствами, в Республике Беларусь допускается только в исключительных случаях по проектам после проведения специальных исследований. Опасения применения данного метода связаны с тем, что с одной стороны, очень трудно оценить возможные экологические последствия усиленного заводнения даже хорошо изолированных глубокозалегающих горизонтов подземных вод, а с другой — технически очень сложно полностью исключить возможность проникновения удаляемых стоков на поверхность земли или в другие водоносные горизонты через затрубные пространства скважин.

Водоохранные зоны устанавливаются на землях, прилегающих к руслам водотоков или акваториям водоемов для предотвращения загрязнения, засорения и истощения водных объектов, а также сохранения среды обитания животного и растительного мира. В водоохранной зоне рек и водоемов устанавливается специальный режим хозяйственной деятельности. Порядок установления размеров и границ водоохранных зон и прибрежных полос и режим ведения в них хозяйственной деятельности определяются положением, утвержденным Советом Министров Республики Беларусь.

7.3. Методы очистки сточных вод, их характеристика

Ввиду огромного многообразия состава сточных вод существуют различные способы их очистки.

Очистка сточных вод — это обработка воды для разрушения или удаления из нее определенных веществ. Выделяют четыре основных метода очистки сточных вод: гидромеханические, физико-химические, химические, биологические. Выбор метода очистки зависит от размера частиц примесей, их физико-химических свойств, концентрации веществ, степени очистки и других факторов. В зависимости от степени вредности и характера загрязнений очистка сточных вод может производиться каким-либо одним способом или комплексом методов.

Гидромеханическую очистку применяют для удаления из производственных сточных вод грубодисперсных, тонкодисперсных и коллоидных нерастворимых примесей. К основным методам гидромеханической очистки воды относят: процеживание, отстаивание, фильтрование и центрифугирование.

Процеживание (первичная стадия очистки сточных вод) предназначено для выделения из сточных вод крупных нерастворимых примесей размером до 25 мм, а также более мелких волокнистых загрязнений, которые в процессе дальнейшей обработки стоков препятствуют нормальной работе очистного оборудования. Процеживание сточных вод осуществляется пропусканием воды через решетки, сетки и волокнуловители.

Отстаивание основано на особенностях процесса осаждения твердых частиц в жидкости. Очистку сточных вод отстаиванием осуществляют в песколовках и отстойниках. Песколовки применяют для выделения частиц песка (стоки литейных цехов), окалины (стоки кузнечнопрессовых и прокатных цехов) и т. д. Отстойники используют для выделения из сточных вод твердых частиц размером менее 0,25 мм. По направлению движения сточной воды различают горизонтальные, вертикальные, радиальные и комбинированные отстойники.

Фильтрование сточных вод применяется для очистки их от тонкодисперсных твердых примесей, а также после физико-химических и биологических методов очистки, так как некоторые из этих методов сопровождаются выделением в очищаемую жидкость механических загрязнений. Для очистки сточных вод машиностроительных предприятий используют два класса фильтров: зернистые (в качестве фильтроматериалов используют кварцевый песок, гравий, и т. п.) или микрофильтры (фильтроэлементы которых изготовлены из связанных пористых материалов).

Центрифугирование — удаление твердых взвешенных частиц в поле действия центробежных сил, осуществляемое в открытых или напорных гидроциклонах и центрифугах.

Физико-химические методы очистки сточных вод применяются для очистки от тонкодисперсных примесей, органических веществ, минеральных примесей. К основным физико-химическим методам очистки сточных вод относят: флотацию, адсорбцию, экстракцию, ионный обмен, обратный осмос и ультрафильтрацию и др.

Флотацию применяют для удаления из сточных вод тонкодисперсных и коллоидных примесей. В некоторых случаях флотацию используют и для удаления растворенных веществ, например, ПАВ. В зависимости от способа образования пузырьков различают следующие виды флотации: пневматическая, пенная, химическая, биологическая и т. д. Сущность очистки флотацией заключается в следующем: в очищаемую жидкость подают воздух, мелкие пузырьки которого всплывают на поверхность, увлекая за собой частички загрязнителя, и образуют пенообразный слой, насыщенный флотируемым веществом. При этом скорость всплывания частиц повышается в десятки раз, поэтому ее применение весьма эффективно.

Адсорбцию широко применяют для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических веществ после биохимической очистки, а также в локальных установках, если концентрация этих веществ в воде невелика и они биологически не разлагаются или являются сильнотоксичными. В качестве адсорбентов используют активные угли, цеолиты, ионообменные смолы и др. Адсорбцию используют для очистки сточных вод от гербицидов, пестицидов, фенолов, красителей и др.

Экстракция — процесс перераспределения примесей сточных вод в смеси двух взаимно нерастворимых жидкостей (сточной воды и экстрагента). Жидкостная экстракция применяется для очистки сточных вод от органических веществ (масла, органические кислоты, ионы металлов и др.). Суть экстракции заключается в том, что сточную воду смешивают с экстрагентом, т.е. с жидкостью, в которой загрязняющие стоки вещества, растворяются лучше, чем вода, а сам экстрагент с водой не смешивается. При проведении процесса экстракции образуются две фазы: экстракт (содержит извлекаемое вещество и экстрагент) и рафинат (содержит сточную воду и экстрагент). Затем экстракт и рафинат отделяют друг от друга, а в последующем осуществляется регенерация их от экстрагента. Регенерированный экстрагент вновь направляется в процесс экстракции.

Ионообменная очистка применяется для извлечения из сточных

вод минеральных примесей (металлов, а также соединений мышьяка, фосфора, цианистых соединений, радиоактивных и многих других веществ). Ионный обмен широко распространен при обессоливании в процессе водоподготовки. Сущность ионообменной очистки основана на взаимодействии раствора с твердой фазой, обладающей свойствами обменивать содержащиеся в ней подвижные ионы на ионы, присутствующие в растворе. Твердая фаза состоит из ионитов, которые практически не растворимы в воде. Иониты бывают: органическими (гуминовые кислоты почв и углей, ионообменные смолы с развитой поверхностью) и неорганическими (цеолиты, глинистые материалы, полевые шпаты и др.).

Обратный осмос и ультрафильтрация заключаются в фильтровании очищаемых сточных вод через полупроницаемые мембраны под давлением, превышающим осмотическое давление. Мембраны частично или полностью задерживают молекулы и ионы растворенного вещества.

Методы химической очистки сточных вод основаны на проведении химических реакций с использованием химических реагентов, и последующем получении из загрязняющих примесей безвредных или менее вредных новых веществ, которые легче удалить, чем исходные. К химическим методам очистки сточных вод относят: нейтрализацию, коагуляцию, флокуляцию, окисление и восстановление примесей.

Нейтрализация основана на объединении ионов водорода и гидроксильной группы в молекулу воды, в результате чего сточная вода имеет среду близкую к нейтральной. За регулируемый параметр нейтрализации стока принимают рН воды (после очистки — этот показатель установлен регламентом в пределах 6,5—8,5). Нейтрализации подвергаются сточные воды, содержащие минеральные примеси (кислоты или щелочи). Для нейтрализации щелочных вод используются кислоты (H_2SO_4 , HCl , HNO_3 , H_3PO_4 и др.), а кислых — щелочи ($NaOH$ и KOH).

Коагуляция — это процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты. Коагуляция применяют для очистки сточных вод от тонкодисперсных примесей и эмульсионных веществ. Коагуляция происходит под влиянием добавляемых к сточным водам специальных веществ — коагулянтов. Коагулянты образуют в воде хлопья гидроксидов металлов, которые быстро оседают под действием силы тяжести. Хлопья обладают способностью сорбировать вещества, взаимно слипаться с коллоидными и взвешенными частицами, агрегировать их. В качестве коагулянтов

обычно используют сульфат алюминия, сульфат и хлориды железа, алюминиевые квасцы и смесь хлорида и сульфата железа.

Флокуляцию применяют для интенсификации процесса образования хлопьев гидроксидов алюминия и железа с целью повышения скорости их осаждения. Для очистки сточных вод используют природные флокулянты (крахмал, декстрин, эфиры целлюлозы и др.) или синтетические флокулянты (полиакриламид, активная кремнекислота др.). Сущность процесса флокуляция заключается в сорбции одной и той же макромолекулы на двух или более частицах с образованием между ними «мостиков», что и приводит к возникновению в дисперсии крупных быстро оседающих агрегатов.

Окисление и восстановление примесей, присутствующих в сточных водах, являются деструктивными методами, в результате использования которых происходит перевод опасных в экологическом отношении веществ в безвредное или менее вредное состояние. В процессе окисления токсичные загрязнения, содержащиеся в сточных водах, в результате химических реакций переводятся в менее токсичные с последующим удалением из воды. Для обработки сточных вод используются такие окислители, как газообразный и сжиженный хлор, диоксид хлора, хлорная известь, озон, и др. Методы восстановительной очистки применяют в тех случаях, когда сточные воды содержат легко восстанавливаемые вещества. Эти методы широко используются для удаления соединений ртути, хрома, мышьяка.

Биологическая очистка сточных вод осуществляется с помощью живых организмов разного уровня организации. Существуют два направления биологической очистки: метод биохимической очистки и метод биологической доочистки сточных вод (заключительный этап биохимической очистки, осуществляемый в биологических прудах). Биохимической метод очистки основан на способности некоторых микроорганизмов питаться растворенными в воде органическими и некоторыми неорганическими веществами. В процессе потребления этих веществ происходит их окисление кислородом, растворенным в воде. Часть окисляемого микроорганизмами вещества используется для увеличения их биомассы и размножения, а другая превращается в безвредные продукты окисления (воду, диоксиды углерода, азота и др. Недостающие для построения клеток элементы, чаще всего азот, фосфор и калий, добавляют в очищаемые стоки в виде солей.

На практике используют два метода биохимической очистки сточных вод: аэробный и анаэробный. Методы биологической очистки эффективны и являются по существу обязательной составной частью системы очистки сточных вод каждого предприятия.

В последние годы разрабатываются и используются новые эффективные методы, способствующие экологизации процессов очистки сточных вод: электрохимические, термические, магнитная обработка, радиационная очистка и др.

7.4. Защита подземных вод от загрязнения

К основным мероприятиям по защите подземных вод относят мероприятия по предотвращению истощения их запасов и мероприятия по защите их от загрязнения.

Для предотвращения истощения запасов пресных подземных вод, пригодных для целей питьевого водоснабжения, предусматривают следующие меры: регулирование режима водоотбора подземных вод; рациональное размещение водозаборов по площади; оборудование самоизливающихся скважин регулирующими устройствами; искусственное пополнение их запасов путем перевода поверхностного стока в подземный сток.

Защита подземных вод от загрязнения включает профилактические и специальные меры.

К профилактическим мерам борьбы с загрязнением подземных вод относят совершенствование методов очистки сточных вод; внедрение производства с бессточной технологией; снижение газодымовых выбросов на предприятиях; рациональное использование пестицидов и удобрений в сельском хозяйстве; устройство зон санитарной охраны в местах водозаборов.

Зоны санитарной охраны (ЗСО) — это территория и акватория, на которой устанавливается особый санитарно-противоэпидемиологический режим для предотвращения ухудшения качества воды источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и охраны водопроводных сооружений. В случае вскрытия подземных водоносных горизонтов с водой питьевого качества лица, проводящие буровые, горные и другие работы, должны принять меры по охране подземных вод от загрязнения и сообщить об этом в установленном порядке органам государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды и органам государственного санитарного надзора.

К специальным мероприятиям по защите подземных вод относят: перехват загрязненных вод с помощью дренажа, изоляцию источников загрязнения от остальной части водоносного горизонта. Провести специальные мероприятия по защите подземных вод от загрязнения весьма сложно, на это могут уйти многие годы, поэтому профилакти-

ческие меры являются главными в природоохранных мероприятиях.

Юридические и физические лица, деятельность которых может оказывать вредное влияние на состояние подземных вод, обязаны принимать меры по предупреждению и предотвращению загрязнения и истощения подземных вод, а также обустройству локальной сети наблюдательных скважин для контроля за состоянием подземных вод. В Республике Беларусь локальный мониторинг окружающей среды проводится в целях наблюдения за состоянием окружающей среды в районе расположения источников вредного воздействия на окружающую среду и воздействием этих источников на окружающую среду.

В случаях загрязнения либо засорения поверхностных или подземных вод в Республике Беларусь предусмотрена административная ответственность, которая влечет наложение штрафа в размере от четырех до двадцати базовых величин, на индивидуальных предпринимателей — до ста базовых величин, а на юридическое лицо — до пятисот базовых величин. Организация и проведение локально мониторинга подземных вод может быть успешно решена лишь в неразрывной связи с охраной всей окружающей среды.

Контрольные вопросы

1. Назовите виды и способы загрязнения водоемов. Какое загрязнение наиболее распространенное и стойкое?
2. Какие Вы знаете экозащитные мероприятия по защите поверхностных вод? Какие технологии являются радикальной мерой охраны окружающей среды от негативного воздействия промышленных выбросов?
3. Что такое очистка сточных вод? Назовите методы их очистки.
4. Для удаления, каких видов примесей применяют гидромеханические методы очистки? Какие Вы знаете методы гидромеханической очистки сточных вод? Объясните сущность одного их методов по выбору.
5. Дайте характеристику физико-химических методов очистки сточных вод.
6. На чем основано проведение химических методов очистки сточных вод? Какие Вы знаете методы химической очистки сточных вод?
7. Какие Вы знаете направления биологической очистки? Объясните сущность биологической очистки сточных вод.
8. Назовите мероприятия, используемые для предотвращения истощения запасов подземных вод.

Глава 8. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛИТОСФЕРУ. ЗАЩИТА ЛИТОСФЕРЫ

Рассматриваемые вопросы:

8.1. Земельные ресурсы: использование, плодородие.

8.2. Неблагоприятные последствия использования земельных ресурсов.

8.3. Защита литосферы.

8.1. Земельные ресурсы: использование, плодородие

Земля является важнейшим компонентом природной среды, создавая основу для ведения сельского и лесного хозяйства, размещения городской застройки, промышленных объектов, транспортных коммуникаций, расселения сельского населения, а также ведения других видов деятельности.

Земля была и остается одним из главных элементов национального богатства Республики Беларусь и одним из основных природных ресурсов, обеспечивающих устойчивое развитие страны. Это — продукты нашего питания, это — продовольственная безопасность страны, которая является частью концепции экономической безопасности государства. Решение этой проблемы является важным условием стабильности и благополучия в стране, гарантией эффективности экономики. Что же такое Земля?

Земля — это основа, фундамент жизни человека, жизненное пространство, на котором человечество возникло, развивается, где протекает его деятельность; это и пространственный базис размещения народнохозяйственных объектов, расселения людей.

Площадь поверхности Земли равна 510, 2 млн км², из них площадь под океанами и морями — 361,1 млн км² (70,8 %); на долю суши приходится 149,1 млн км² (29,2 %).

Земельные ресурсы — это та часть мирового земельного фонда, которая пригодна для хозяйственного использования. Земельные ресурсы мира составляют 129 млн км², в их состав не включены ледяные пустыни Антарктиды и Арктики. Крупнейшими земельными ресурсами обладают следующие страны, млн км²: Российская Федерация — 17,1 (или 13,3 %); Канада — 10,0; Китай — 9,6; США — 9,4; Бразилия — 8,5; Австралия — 7,7 млн км².

Земельный фонд планеты представляет сочетание разнообразных категорий земель: сельскохозяйственные угодья — более 35 % , лес-

ные земли — 30 %, земли под населенными пунктами, промышленностью и транспортом — свыше 3 % и др.

Сельскохозяйственные угодья — участки земли, используемые в сельскохозяйственном производстве. К основным категориям сельхозугодий относят: пашни, многолетние насаждения, залежи, сенокосы и пастбища. Пахотные земли (пашня) — наиболее интенсивно эксплуатируемая часть земельных ресурсов, систематически обрабатываемая и используемая под посев сельскохозяйственных культур. Распаханность территории — это отношение пашни к общей площади, в процентах. Этот показатель сильно изменяется по отдельным странам мира и составляет в Украине — 59%, Беларуси — 30, Казахстане — 13, России — 8, Япония — 12, США — 21, Франция — 35%. Страны наиболее обеспеченные продуктивными землями являются основными производителями сельскохозяйственных продуктов.

Площадь земель Республики Беларусь по данным Государственного земельного кадастра на 1 января 2012 г. составляет 20760,0 тыс. га. Структура земельного фонда страны представлена в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Земельная фонд Республики Беларусь (на начало года), тыс. га [8]

Вид земель	2001	2006	2010	2011	2012
Всего земель	20760	20760	20760	20760	20760
Сельскохозяйственные земли					
В том числе:	9258	9012	8927	8897	8874
пахотные земли	6133,2	5542,3	5516,5	5510,5	5506,4
луговые земли	3124,8	3469,7	3410,5	3386,5	3367,6
Лесные земли	8437	8393	8539	8567	8585
Земли под болотами и водными объектами	1440	1377	1360	1343	1338
Другие земли	1625	1978	1934	1953	1963
В том числе:					
нарушенные земли	24,1	20,8	23,0	24,0	25,5
земли населенных пунктов, отданные промышленности, транспорту	1600,9	1957,2	1911	1929,0	1937,5

За период с 2001 г. по 2012 г. в структуре земельного фонда по видам земель произошли существенные изменения. Наблюдалась ус-

тойчивая тенденция к сокращению сельскохозяйственных земель, площадь которых уменьшилась на 384 тыс. га, и увеличению земель под лесами, площадь которых возросла на 148 тыс. га. Произошло сокращение земель занятых под болотами и водными объектами на 102 тыс. га. Основные причины перераспределения земель связаны с реализацией комплекса мероприятий по оптимизации структуры использования земель, составной частью которых явился вывод из оборота малопродуктивных, зарастающих и заболачиваемых сельхозугодий и передача их в другие виды земель.

Существенное влияние на структуру земельного фонда Беларуси продолжают оказывать последствия Чернобыльской катастрофы, вследствие которой было загрязнено 46,5 тыс. км² территории (23 %) во всех областях. На 01.01.2012 г. из народнохозяйственного оборота выведено 248,7 тыс. га загрязненных радионуклидами земель, или 1,2 % от общей площади земель Беларуси. При этом 41,6 % выведенных площадей относится к землям лесохозяйственных организаций, 37,2 % — к землям организаций природоохранного, оздоровительного и историко-культурного назначения, 16,3 % — к землям сельскохозяйственных организаций и крестьянских хозяйств, 4,9 % — к землям, не переданным в собственность.

Основной качественной характеристикой земельных ресурсов, используемых в сельском и лесном хозяйстве, является плодородие, обусловленное особыми свойствами самого верхнего слоя — почвы. Динамика и интенсивность почти всех важнейших явлений и процессов в растениях находятся под сильнейшим и постоянным влиянием среды обитания их корней — почвы. Почва служит связующим звеном между растениями и удобрением, растением и влагой, являясь кроме того, основным источником питательных веществ, поступающих в растение через корневую систему. Способность почвы к одновременному обеспечению растений необходимыми условиями для их роста и развития называют *плодородием*. Важнейшими факторы плодородия почвы являются: достаточное содержание в ней необходимых для развития растений питательных веществ (азота, фосфора, калия и др.); наличие доступной для растений влаги в течение всего вегетационного периода; хорошая аэрация почв.

Различают *естественное (потенциальное)* плодородие, обусловленное общим запасом в почве питательных веществ и влаги, зависящее от природных факторов (содержания гумуса, механического состава и др.) и *искусственное* плодородие, зависящее, прежде всего,

от культуры земледелия и позволяющее использовать элементы плодородия в данном году. Рациональное сочетание естественного и искусственного плодородия образует *экономическое (эффективное)* плодородие. Говоря об экономическом плодородии, непременно следует учитывать и возделываемую на этой почве культуру.

Почвенный покров Беларуси довольно сложный как по составу, так и по основным свойствам, всего выделено 11 типов почв. Это связано с пестротой почвообразующих и подстилающих пород, различной степенью увлажнения, окультуренности пахотных земель. Под влиянием многих процессов почвообразования сформировались следующие типы почв: дерново-подзолистые (45,1 %); дерново-карбонатные почвы (занимают 0,2 % территории); дерново-подзолистые заболоченные (9,0 %); торфяно-болотные (14,4 %); пойменные (8,4 %) и др.

Подзолистые и большинство дерново-подзолистых почв характеризуются следующими свойствами: серого цвета, гумусовый горизонт малой мощности (10—15 см), бедны органическим веществом (1—2 %), азотом и элементами зольного питания, обладают повышенной кислотностью (рН водной вытяжки 4,0—5,5) и рядом неблагоприятных физических свойств (легкий механический состав, промывной водный режим, низкая насыщенность основаниями и т. д.). Эти отрицательные свойства, многие из которых устранимы без крупных капиталовложений, и определяют основные мероприятия, направленные на улучшение агрономических показателей почв и повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Таким образом, данные о структуре земель, почвенном плодородии являются основой для формирования государственной политики в сфере экологически безопасного использования и охраны земельных ресурсов и позволяют совершенствовать механизм государственного управления земельными ресурсами и регулирования земельных отношений.

8.2. Неблагоприятные последствия использования земельных ресурсов

Рациональное землепользование может повышать естественное плодородие почв, улучшать состояние земельных ресурсов, увеличивать природный потенциал плодородия. Однако при неправильном, расточительном хозяйствовании происходят значительные потери земельного фонда, связанные с возникновением и развитием процессов эрозии, загрязнением химическими веществами, осушением, за-

болачиванием, и т.п.

Одним из факторов, сдерживающих устойчивое землепользование, ухудшающих экологическое состояние почвенного покрова, являются процессы деградации земель. К деградационным процессам, связанным с хозяйственной деятельностью, относятся водная и ветровая эрозия, минерализация осушенных торфяников, трансформация земель в результате добычи полезных ископаемых и строительства, радиоактивное и химическое загрязнение, выгорание осушенных торфяников и лесных почв и др. Основной причиной ухудшения свойств почв является почвенная эрозия.

Эрозия почвы — разрушение верхних, наиболее плодородных, горизонтов и подстилающей почвообразующей породы поверхностными водами и ветром.

Водная эрозия представляет собой смыв почвы струйками и ручейками талой или ливневой воды. Неровности микрорельефа способствуют образованию промоин. При больших уклонах поверхности, длинных склонах мельчайшие струйки сливаются в более крупные ручьи, которые вскоре образуют струйчатые размывы, и если их своевременно не заровнять, возникают овраги. Наибольших размеров эрозия почвы достигает на распахиваемых землях, особенно легкого механического состава. **Ветровая эрозия** — интенсивное перемещение частиц почвы и подстилающих ее пород по земной поверхности, обусловленное ветром. Этот вид эрозии наблюдается в любое время года и при любой силе ветра, но наиболее интенсивно проявляется весной при сильных ветрах, когда почва взрыхлена и не покрыта растительностью.

В Республике Беларусь из всех видов деградации земель эрозия является наиболее выраженной и значимой. Общая площадь эродированных и эрозионно опасных земель в стране составляет более 4000 тыс. га, в том числе пахотных — около 2600 тыс. га. Из них на эродированные сельскохозяйственные земли приходится 556,5 тыс. га, в том числе — 479,5 тыс. га пашня (табл.8.2).

В Республике Беларусь преобладает водная эрозия, на ее долю приходится 85 и 15 % — ветровая эрозия. Эрозионные процессы наиболее выражены на сельскохозяйственных землях, что обусловлено постоянной трансформацией верхнего горизонта почв в результате распашки земель. Наибольшие площади сельскохозяйственных земель, подверженных эрозионным процессам, характерны для Минской, Витебской и Могилевской областей, наименьшие — для Гомельской и Брестской. Установлено, что в результате эрозии с одного гектара ежегодно выносятся в среднем до 10—15 т твердой фазы

почвы, 150—180 кг гумусовых веществ, 10 кг азота, 4—5 кг фосфора и калия, 5—6 кг кальция и магния. При этом наблюдается значительное снижение урожаев возделываемых культур от 5 до 60 %.

Таблица 8.2

Площадь земель Беларуси, подверженных деградации (на 1.01.2000 г.), га [8]

Территория	Площадь сельскохозяйственных земель, подверженных деградации		В том числе			
	всего	из них пахотных	ветровой эрозии		водной эрозии	
			всего	из них пахотных	всего	из них пахотных
Всего по Беларуси	556 524	479459	83183	65359	473341	414101
Брестская	50946	42963	11527	10281	39419	32683
Витебская	121096	100833	4235	3696	116861	97137
Гомельская	33715	30244	21785	19559	11930	10665
Гродненская	107142	99407	21481	20486	85661	78921
Минская	130622	108581	21415	9101	109207	99480
Могилевская	113003	97451	2740	2236	110263	95215

В целях борьбы с эрозией необходимо осуществлять систему организационно-хозяйственных, технологических, агротехнических, лесо- и гидромелиоративных противоэрозионных мероприятий. В условиях Беларуси к таким мероприятиям относятся: запрещение или ограничение рубки леса в эрозионно опасных местах, регулирование пастьбы скота, соблюдение правил вспашки земель и сева на крутых склонах (поперек склона), регулирование стока, укрепление оврагов, склонов, залужение эродированных земель и т.д.

Одним из факторов трансформации почв является *мелиорация почв*. В Беларуси широкомасштабное мелиорирование белорусских земель, осуществлялось в 60—70-х гг. XX-го столетия. Мелиоративное освоение болот и заболоченных участков ставило цель изменить режим увлажнения территории и оптимизировать культурное почвообразование, что повышало продуктивность земель и возможность их дальнейшего использования в сельском хозяйстве. Мелиорирование белорусских земель привело к уменьшению площади болот в стране на 54 %. В результате этой не продуманной компании произошла необратимая деградация земель. На месте выработанных торфяников – пустыня. Черные пыльные бури сегодня гуляют по на-

шему Полесью. Слишком поздно мы начали понимать, что ни в коем случае нельзя было использовать торфяники для выращивания пропашных культур, И что самое перспективное направление их залужение и разведение на них скота. Осушение болот явилось причиной понижения уровня грунтовых вод и как следствие – обмеления озер и рек; оскудели ягодники; нарушилась климатическая функция болот, обусловленная смягчать колебания температуры и влажности воздуха; в масштабах планеты увеличилось накопление в атмосфере углекислого газа. По данным Государственного Земельного кадастра Республики Беларусь, по состоянию на 1 января 2012 г. на территории Беларуси мелиорировано 16,9 % территории страны или 3444,9 тыс. га. На начало 2012 г. общая площадь осушенных земель составила 3414,3 тыс.га, из них сельскохозяйственные земли 86,6%, лесные — 10%, остальные земли — 4% (табл.8.3). Наибольший удельный вес осушенных земель приходился на Брестскую область — 20,5 %, наименьший — на Гродненскую область (8,7 %). Общая площадь орошаемых земель в 2012г. составила 30,6 тыс. га, при этом все орошаемые земли — сельскохозяйственные земли.

Таблица 8.3

Площадь мелиорированных земель
в Республике Беларусь (на 01.01.2012 г.), тыс. га [8]

Территория	Площадь осушенных земель		Площадь орошаемых земель	
	всего	из них сельскохозяйственных земель	всего	из них сельскохозяйственных земель
Всего по Беларуси	3414,3	2921,5	30,6	30,6
Брестская	755,3	698,9	4,4	4,4
Витебская	625,3	520,1	2,0	2,0
Гомельская	651,4	523,7	5,1	5,1
Гродненская	326,6	295,6	1,6	1,6
Минская	724,9	600,1	2,0	2,0
Могилевская	330,8	283,1	15,5	15,5

Наибольшие площади орошаемых земель приходятся на Могилевскую область — 50,7 % всех орошаемых земель, наименьшие — на Гродненскую (5,2 %). В последнее десятилетие осушительные работы в Беларуси на новых площадях практически не ведутся. В настоящее время в нашей стране осуществляется Государственная программа социально-экономического развития и комплексного использования природных ресурсов Припятского Полесья на 2010—2015 гг., которая охватывает территорию Брестской и Гомельской областей общей

площадью 1,8 млн га. Программой предусмотрено вовлечение пойменных лугов для развития мясного скотоводства, реконструкция и модернизация мелиоративных систем для интенсивного ведения растениеводства и овощеводства, более интенсивное использование рекреационных ресурсов.

Города, промышленные предприятия, участки складирования отходов, сельскохозяйственная деятельность, автотранспортные средства, разработки полезных ископаемых, аварии являются источниками загрязнения земель.

Загрязнение земель — это внесение химических загрязнителей в количествах и концентрациях, превышающих способность почвенных экосистем к их разложению, утилизации и включению в общий круговорот веществ и обуславливающее в связи с этим изменение физико-химических, агротехнических и биологических свойств земли, снижающих ее плодородие и ухудшающих качество производимой продукции.

Одной из наиболее серьезных проблем Беларуси является **радиоактивное загрязнение земель**. В результате Чернобыльской катастрофы на территории нашей страны выпало 34 % общего количества выпавшего на европейском континенте цезия-137 (доля России — 24 %, Украины — 20 %, остальные страны — 22 %). Природные процессы распада радионуклидов за более чем 25 лет, прошедшие после катастрофы, внесли значительные коррективы в уровень загрязнения и структуру их распространения по регионам Беларуси. За этот период сократились уровни и площади загрязнения. С 1986 г. по 2012 г. площадь территории, загрязненной ^{137}Cs с плотностью выше 37 кБк/м^2 ($>1 \text{ Ки/км}^2$) уменьшилась с 46,5 до 30,1 тыс км^2 , или в 1,5 раза (табл. 8.4). Площадь, загрязненная ^{137}Cs на территории Гомельской области, Могилевской, Брестской составляет соответственно 45,3; 27,1 и 7,2 % общей площади.

Площадь сельскохозяйственных земель загрязненных радиоактивным цезием с плотностью выше 37 кБк/м^2 ($>1 \text{ Ки/км}^2$) составила 1,8 млн. га, из которых 265,4 тыс. га земель были выведены из сельскохозяйственного оборота. Зона отчуждения площадью 170 тыс га входит в состав Полесского радиационного экологического заповедника, общая площадь которого 216 тыс га.

В процессе реабилитации загрязненных территорий 16,7 тыс. га земель были возвращены в хозяйственное пользование. За 25 лет после катастрофы радиационная обстановка на сельскохозяйственных землях значительно улучшилась.

Таблица 8.4

Площадь территории Республики Беларусь, загрязненной цезием-137 в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС (на 01.01.2012 г.), [8]

Территория	Загрязнено территории — всего		В том числе с плотностью загрязнения территории, тыс. км ²			
	тыс. км ²	в % к площади	1—5 Ки/км ²	5—15 Ки/км ²	15—40 Ки/км ²	40 и более Ки/км ²
Беларусь, всего	30,1	14,5	20,9	6,6	2,2	0,4
Брестская	2,4	7,2	2,3	0,1	—	—
Витебская	0,01	0,03	0,01	—	—	—
Гомельская	18,3	45,4	11,7	4,7	1,5	0,4
Гродненская	0,6	2,4	0,6	<0,01	—	—
Минская	0,9	2,3	0,9	<0,01	—	—
Могилевская	7,9	27,1	5,4	1,8	0,7	0,05

Концентрации долгоживущих радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr снизились примерно на 40 % только по причине естественного распада. За годы после катастрофы в сельскохозяйственное производство перешли 449 тыс. га земель, ранее загрязненных ¹³⁷Cs, а площадь загрязненных ⁹⁰Sr уменьшилась на 307 тыс. га. На начало 2012 г. сельскохозяйственное производство ведется на 988,9 тыс. га (табл. 8.5).

Таблица 8.5

Площадь сельскохозяйственных земель, загрязненных цезием-137 в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС (на 01.01.2012 г.), [8]

Территория	Загрязнено земель — всего		В том числе с плотностью загрязнения земель, тыс. км ²			
	тыс. км ²	в % к площади	1—5 Ки/км ²	5—15 Ки/км ²	15—40 Ки/км ²	40 и более Ки/км ²
Беларусь, всего	988,9	12,9	767,3	194,9	26,5	0,2
Брестская	63,7	5,3	61,5	2,2	—	—
Витебская	0,3	0,02	0,3	—	—	—
Гомельская	572,6	46,4	420,5	132,3	19,6	0,2
Гродненская	25,3	2,3	25,0	0,3	—	—
Минская	53,1	3,3	52,3	0,8	—	—
Могилевская	273,9	23,5	207,7	59,3	6,9	—

Основные массивы сельскохозяйственных угодий, загрязненных ¹³⁷Cs, сосредоточены в Гомельской (46,4 % общей площади) и Могилевской

(23,5 %) областях. В Брестской, Гродненской и Минской областях доля загрязненных земель составила соответственно 5,3 %; 2,3 и 3,3 %.

Площадь Беларуси, загрязненной ^{90}Sr с плотностью 5,5 кБк/м² (0,15 Ки /км²) за 25 лет после катастрофы уменьшилась в 1,8 раза и составила в 2012 году 11,8 тыс. км². Загрязнение территории ^{90}Sr имеет более локальный характер. Максимальные уровни содержания ^{90}Sr в почве выявлены в границах 30-километровой зоны ЧАЭС.

В целом, спустя 27 лет после аварии на ЧАЭС, основное количество радионуклидов ^{37}Cs и ^{90}Sr расположено в корнеобитаемом слое и интенсивно включается в биологический круговорот.

Для получения сельскохозяйственной продукции с допустимым содержанием радионуклидов и обеспечения радиационной безопасности работающих разработаны организационные, агротехнические, технологические и другие меры безопасности.

Организационные мероприятия предусматривают: инвентаризацию угодий по плотности загрязнения радионуклидами и составление карт; прогноз содержания радионуклидов в урожае и продукции животноводства; инвентаризацию угодий в соответствии с результатами прогноза и определение площадей, где возможно выращивание культур для различного использования; изменение структуры посевных площадей и севооборотов; химизация земледелия; при необходимости — дезактивация грунта. Известкование кислых почв, внесение повышенных доз минеральных удобрений, подбор культур и сортов, в минимальной степени накапливающих радионуклиды, являются наиболее эффективными в комплексе защитных мер. Эти меры, обеспечивая уменьшение перехода ^{37}Cs и ^{90}Sr из почвы в растения, одновременно направлены на повышение урожайности сельскохозяйственной продукции и плодородия почв.

Одним из факторов деградации почв является *химическое загрязнение земель*. В настоящее время в Беларуси площадь территории с опасным уровнем загрязнения почв составляет 0,21 млн га или 1,0 % территории страны. В связи с этим в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) на этих территориях систематически проводятся наблюдения, касающиеся химического загрязнения земель. Так, в 2011 г. в рамках наблюдений за химическим загрязнением земель, проведенным Республиканским центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды было обследовано 8 населенных пунктов Витебск, Гомель, Горки, Могилев, Молодечно, Новополоцк, Сморгонь, Шклов.

По результатам локального мониторинга земель, проводимого в рамках НСМОС в 2011 г., выявлено, что приоритетным загрязняющим веществом в почвах на промплощадках предприятий машиностроения и металлообработки являются соединения кадмия, превышение его концентрации — в 1,8—2,5 раза. Приоритетными загрязняющими веществами на предприятиях топливно-энергетического, нефтехимического комплексов являются полициклические ароматические углеводороды, нефтепродукты. На предприятиях специализирующихся, на производстве лаков и красок, основными загрязняющими веществами выступают свинец, кадмий и цинк. На промплощадках предприятий, специализирующихся на выпуске строительных материалов, почвы загрязнены кадмием. В почвах предприятий по производству искусственных и синтетических волокон отмечено превышение средних концентраций цинка более чем в 2 раза. Состояние почв предприятий выпускающих удобрения в целом стабильно: концентрации загрязняющих веществ не превышали допустимых уровней. Отмеченное загрязнение земель в зонах воздействия ряда промышленных предприятий свидетельствует о необходимости разработки системы мер по снижению поступления загрязняющих веществ в почвы и уменьшению их содержания на загрязненных территориях. В целом отмечено, что химическое загрязнение земель носит локальный характер и не оказывает существенного влияния на экологическое состояние природной среды на региональном уровне.

Количественный и качественный состав применяемых в растениеводческой отрасли минеральных, органических удобрений и пестицидов является одним из показателей, который дает возможность оценить *негативное влияние, оказываемое на окружающую среду сельскохозяйственным производством*. К негативным явлениям, связанным с применением удобрений, относится загрязнение почв, грунтовых и поверхностных вод нитратами. Для предотвращения негативного действия нитратов разработаны оптимальные дозы внесения азотных удобрений под все сельскохозяйственные культуры применительно к разным типам почв, гарантирующие получение чистой продукции и исключаящие загрязнение окружающей среды. В целом, анализ состояния агрохимических свойств сельскохозяйственных земель Беларуси за период с 2007 по 2011 гг. показывает, что благодаря мерам по увеличению объемов применения минеральных и органических удобрений, а также использованию средств защиты растений наметилась определенная положительная тенденция к их

улучшению, что способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Таким образом, при обоснованном определении видов, норм, сроков и способов внесения, минеральных и органических удобрений, ядохимикатов существенно снижается возможность их накопления в почвах, попадания из почвы в грунтовые воды и водные источники, уменьшается накопление остаточных веществ в почве и растениях.

Отходы производства и потребления представляют собой один из факторов воздействия на окружающую среду. Причём разная степень остроты для той или иной страны, того или иного региона зависит от уровня опасности и объёмов производимых отходов. Все отходы в зависимости от источников образования делятся на производственные и бытовые (отходы потребления).

Отходы производства — это образующиеся в процессе производства продукции или выполнения работ остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, полностью или частично потерявшие исходные потребительские качества. **Опасные отходы** — токсичные отходы, которые представляют потенциальную опасность для человека и окружающей среды как в изолированном виде, так и при взаимодействии с другими веществами (отходами) и окружающей средой. **Отходы потребления** — это изделия и материалы, которые потеряли потребительские свойства в результате физического или морального износа. К отходам потребления относятся, например, твёрдые бытовые отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности людей.

Проблема сбора, переработки, обезвреживания и захоронения отходов производства и жизнедеятельности с каждым годом становится всё острее и в Беларуси.

В 2011 г. на территории Республики Беларусь образовалось 44,31 млн т отходов производства, что на 1,2 % больше по сравнению с 2010 г. Увеличение количества отходов произошло главным образом за счет роста галитовых отходов и шламов галитовых глинисто-солевых на ОАО «ПО «Беларуськалий» (табл. 8.6).

Образование твердых коммунальных отходов в 2011 г. составило 3,2 млн т. За последние десять лет показатель отходы удельного образования твердых коммунальных отходов увеличился с 0,485 до 1,12 кг/чел. в день и приблизился к величине, характерной для стран Евросоюза (0,85— 1,70 кг/чел. в день). Объем твердых коммунальных отходов, захораниваемых на полигонах, в 2011 г. составил 18380 тыс. м³, увеличившись по сравнению с 2010 г. в 1,1 раза.

Таблица 8.6

**Образование, использование и удаление отходов производства в организациях
Республики Беларусь в 2011 году, тысяч тонн [8]**

Территория	Образовано отходов за год		Использовано от объема ранее накопленных отходов		Удалено от объема ранее накопленных отходов
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т
Республика Беларусь	44307	100	12671	28,6	32115
Брестская	1040	2,3	934	89,8	164
Витебская	885	2,0	548	61,9	352
Гомельская	2973	6,7	1633	54,9	1405
Гродненская	1704	3,8	1371	80,5	435
Г. Минск	1858	4,2	848	45,6	1030
Минская	32765	74,0	4388	13,4	28399
Могилевская	3082	7,0	2948	95,7	330

Всего в Беларуси насчитывается 170 полигонов твердых коммунальных отходов. Централизованным вывозом их охвачены все сельские пункты, для обслуживания которых создано 3038 мини-полигонов. Суммарная площадь земельных отводов для размещения полигонов составляет 900 га, из них примерно 50 % занято отходами.

В Республике Беларусь действуют следующие механизмы вовлечения вторичных материальных отходов в хозяйственное использование: система приемных (заготовительных) пунктов Белкоопсоюза, концерна «Белресурсы», Минжилкомхоза; отдельный сбор отходов от населения; сортировочные станции коммунальных отходов в Пинске, Полоцке, Мозыре, Пуховичи, Могилеве. С целью более эффективного извлечения вторичных ресурсов из коммунальных отходов построены мусороперерабатывающие заводы в Гомеле, Могилеве, Новополоцке, Бресте, Барановичах.

Сегодня в стране прилагаются значительные усилия по созданию единой системы экономии материальных ресурсов. В настоящее время разработана программа из 42 потенциальных объектов для строительства биогазовых энергетических установок. Они обеспечивают утилизацию отходов с получением электроэнергии и тепла, позволяют решать не только экономические, но и экологические проблемы. Потенциал получения биогаза от всех источников оценивается в 160 тыс. т у. т. в год. Биогаз планируется получать из отходов сельскохозяйственного и промышленного производства, коммунальных и бы-

товых отходов, иловых осадков. По данным учёных, потенциальная энергия, заключённая в ТБО, образующихся на территории Республики Беларусь, равноценна 470 тыс. тонн условного топлива.

Развитие промышленности, строительство городов, прокладка транспортных путей, открытая разработка полезных ископаемых приводят к *нарушению земной поверхности*, значительным изменениям природных ландшафтов. *Нарушенные земли* — выемки карьеров, провалы на шахтных полях, природные отвалы карьеров и шахт, шлакоотвалы и хвостохранилища обогатительных фабрик, золоотвалы — характеризуются низкой хозяйственной ценностью. Они загрязняют окружающую среду вредными веществами, ухудшают санитарно-гигиенические условия жизни людей, осложняют использование земель. В Республике Беларусь прослеживается тенденция к увеличению из года в год этой категории земель. Площадь нарушенных земель в 2012 г. составляла 25,5 тыс. га (0,1 % от общей площади земель), что на 1,5 тыс. га больше в сравнении с 2010 г.

8.3. Защита литосферы

Защита почв от прогрессирующей деградации и необоснованных потерь — наиболее острая экологическая проблема в земледелии.

В число основных звеньев экологической защиты почв входят: защита почв от водной и ветровой эрозии; организация севооборотов и системы обработки почв с целью повышения их плодородия; мелиоративные мероприятия (борьба с заболачиванием, засолением почв и др.); рекультивация нарушенного почвенного покрова; защита почв от загрязнения, а полезной флоры и фауны — от уничтожения; предотвращение необоснованного изъятия земель из сельскохозяйственного оборота. Меры предотвращения негативного антропогенного воздействия на литосферу нами были рассмотрены во втором вопросе этой главы.

Для восстановления нарушенных земель требуется рекультивация.

Рекультивация – комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности разрушенных земель, улучшение условий природной среды.

Объектами рекультивации являются: карьерные выемки, провальные воронки, терриконы, отвалы и др.; земли, нарушенные при строительных работах; территории полигонов твердых отходов; земли, нарушенные в результате загрязнения их жидкими и газообраз-

ными. Процесс восстановления земель складывается из горнотехнической и биологической рекультивации. Рекультивация осуществляется последовательно по этапам. На первом этапе (горнотехническая рекультивация) засыпают карьеры, выравнивают рвы, регулируют водный режим, насыпают плодородный слой почвы. На втором этапе (биологическая рекультивация) восстанавливают почвенно-растительный покров и плодородие почвы. Рекультивируемые земли в основном используются под посев нетребовательных к почвенным условиям растений, на них высаживаются леса, создаются зоны отдыха, водоемы. Природные особенности Беларуси, специфика объектов рекультивации, высокие удельные затраты обусловили наиболее широкое осуществление лесохозяйственного направления рекультивации, которая проводится на половине всех восстановленных земель. Остальная часть примерно в одинаковых объемах рекультивирована для сельскохозяйственных, водохозяйственных и строительных целей. В целом объемы работ по рекультивации земель в Беларуси за последнее 20 лет постоянно сокращаются: в 1990 г. было рекультивировано 12 тыс. га, в 2000 г. — 3,2 тыс. га; в 2002 г. — 5 тыс. га; в 2005—2008 гг. от 0,7 до 1,7 тыс. га в год.

Одним из основных факторов рационального использования земельных ресурсов является мелиорация.

Мелиорация – совокупность организационно-хозяйственных и технических мероприятий по коренному улучшению земель с неблагоприятным водным и воздушным режимами, физико-химическими свойствами, подверженными вредному механическому действию ветра или воды.

Наиболее распространена гидротехническая мелиорация, то есть осушение или орошение почв. Водный режим почв изменяют путем использования таких специфических методов, как снегозадержание, промывка, дренаж, регулирование стока и др. Для улучшения физического состояния почв проводят уборку камней, пескование глинистых почв. Мелиорация земель получила широкое распространение в странах СНГ (Россия, Беларусь, государствах Центральной Азии и др.), а также во многих других регионах мира, главным образом с аридным климатом. Осушительные работы в Беларуси были начаты во второй половине XX ст. и особенно выросли в 60-е годы XX ст. Всего в Беларуси осушено около 3,4 млн га переувлажненных земель, в том числе 2,9 млн га сельскохозяйственных земель. На первых этапах осушение земель велось без учета природоохранных фак-

торов и нанесло значительный экологический вред. Позднее на основе научно обоснованных мелиоративных проектов начали создаваться крупные водохранилища, мелиоративные системы двухстороннего регулирования водно-воздушного режима, лесоохранные полосы. В перспективе новое мелиоративное строительство в Беларуси в больших масштабах не предвидится. В настоящее время признано целесообразным выделяемые на мелиорацию ресурсы, прежде всего, направлять на техническое содержание и реконструкцию ранее построенных систем. В Брестской, Гомельской и Минской областях первоочередными мелиоративными мероприятиями являются работы по повышению технического уровня имеющихся мелиоративных систем, а в Витебской области — культуртехнические работы и работы по улучшению водно-воздушных свойств почв.

В Республике Беларусь разработана Государственная программа охраны и рационального использования земель. На первое место выдвигается проблема сохранения и повышения продуктивности земельных ресурсов. Восполнение дефицита продуктивности угодий прогнозируется достигнуть повышением плодородия почв. С этой целью предполагается:

- ✓ совершенствование системы обеспечения сельскохозяйственных организаций минеральными удобрениями;
- ✓ интенсификация использования мелиорированного фонда;
- ✓ техническое и технологическое переоснащения;
- ✓ разработка системы рационального использования почвенных ресурсов;
- ✓ использование эффективных методов защиты почв от деградации и воспроизводства плодородия почв на основе ресурсосберегающих и адаптивных технологий;
- ✓ оптимизация структуры посевных площадей в соответствии с почвенно-климатическими условиями каждого региона;
- ✓ внедрение зональных систем земледелия, базирующиеся на возделывании высокодоходных сельскохозяйственных культур и применении энергосберегающих технологий, обеспечивающих высокий уровень окупаемости инвестиций;
- ✓ определение производства экономически выгодных видов сельскохозяйственной продукции.

Основными направлениями повышения эффективности агропромышленного комплекса на период 2011—2015 гг. являются переход на интенсивный путь развития и внедрение передовых технологий.

Одним из главных направлений защиты недр является их рациональное использование.

Рациональное использование недр — комплекс правовых, организационных, технических, природоохранных мероприятий и иных мероприятий, обеспечивающих наиболее полное извлечение полезных ископаемых и эффективное использование иных ресурсов недр, а также охрану иных компонентов природной среды и природных объектов при пользовании недрами.

В соответствии со статьей 65 «Основные требования по рациональному использованию и охране недр» Кодекса Республики Беларусь о недрах (2008 г.) таковыми являются:

- ✓ соблюдение порядка предоставления участков недр в пользование, установленного Кодексом о недрах и иными актами законодательства, и недопущение самовольного пользования недрами;
- ✓ обеспечение комплексности и полноты геологического изучения недр и извлечения из них полезных ископаемых, использования геотермальных ресурсов недр;
- ✓ соблюдение предусмотренного проектной документацией на разработку месторождения полезных ископаемых порядка проведения горных работ при вскрытии и подготовке месторождения для разработки и его разработке;
- ✓ недопущение нерационального, экономически необоснованного выборочного извлечения полезных ископаемых;
- ✓ использование соответствующих установленным техническими нормативными правовыми актами требованиям технических средств, оборудования для разработки месторождений и постоянное совершенствование способов и методов разработки месторождений, а также применяемого оборудования;
- ✓ недопущение самовольной застройки площадей залегания полезных ископаемых;
- ✓ использование техники и технологий использования геотермальных ресурсов недр, обеспечивающих получение максимального энергетического эффекта при минимальных потерях геотермальных ресурсов недр;
- ✓ планирование и осуществление мероприятий, предотвращающих загрязнение вод при проведении работ, связанных с пользованием недрами;
- ✓ соблюдение правил консервации и ликвидации горных предприятий, горных выработок, а также подземных сооружений, не свя-

- занных с добычей полезных ископаемых;
- ✓ защита месторождений;
- ✓ недопущение вредного воздействия последствий использования геотермальных ресурсов недр на иные природные ресурсы.

Государственный контроль за использованием и охраной недр в Беларуси осуществляется Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и местными исполнительными и распорядительными органами в соответствии с их компетенцией. Государственный контроль за исполнением законодательства в области охраны и рационального использования недр осуществляется также Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь в пределах его компетенции. Государственный надзор за безопасным ведением работ, связанных с использованием недр, осуществляется Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

В целом, для экологически обоснованного и сбалансированного использования и защиты земельных ресурсов необходимо формирование оптимальной структуры земледелия, минимизация негативного воздействия на земли разноплановой хозяйственной деятельности, совершенствование нормативно-методического обеспечения и охрана земель и почв. Охрана недр и рациональное использование минеральных ресурсов предусматривают внедрение передовых технологий и оборудования, обеспечивающих максимально возможное извлечение полезных ископаемых и комплексное освоение месторождений; разработку энерго- и ресурсосберегающих технологий добычи, производства, преобразования, транспортировки и комплексного использования сырья.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «земельные ресурсы». Какие Вы знаете категории земельных ресурсов? Какая категория земельных ресурсов представляет особую ценность?
2. Что является основной качественной характеристикой земельных ресурсов?
3. Какие Вы знаете виды плодородия? Назовите основные факторы плодородия. Что является необходимым условием повышения эффективного плодородия?
4. Дайте характеристику дерново-подзолистых почв.

5. Почему происходят потери земельного фонда? Назовите причины ухудшения качества земельных ресурсов.
6. Что такое эрозия почв? Какие мероприятия проводят для предотвращения развития эрозии?
7. Какие негативные явления вызывает осушение болот? Какие защитные мероприятия проводят в Беларуси по защите водно-болотных угодий?
8. Дайте определение понятия «загрязнение земель». Какие Вы знаете виды загрязнения земель?
9. Как решается проблема радиоактивного загрязнения земель в Беларуси?
10. Как решается проблема использования и утилизации отходов потребления?
11. Назовите основные защитные мероприятия для восстановления земель.

Тематика рефератов по курсу

Принцип выбора темы реферата – тема выбирается самостоятельно в соответствии с интересующими слушателя экологическими проблемами и его профессиональной занятостью.

Темы рефератов

1. Предмет, задачи и основные направления изучения современной экологии. Значение экологического образования.
2. Две системы взглядов к проблеме взаимоотношений Человека и Природы, их характеристика. Методы исследования в экологии.
3. Значение экологической культуры и экологического образования в решении экологических проблем.
4. Биосфера: состав, строение, общая характеристика. Учение В.И. Вернадского о биосфере.
5. Ноосфера как новая стадия эволюции биосферы.
6. Классификации организмов: по формам и способу питания. Большой и малый круговорот веществ в природе.
7. Абиотическая и биотическая среда обитания. Приспособление организмов к среде обитания. Значение адаптации.
8. Экологические факторы: определение, классификация, их характеристика.
9. Природные ресурсы: определение, классификации, их характеристика.
10. Ресурсные циклы: определение, классификация, значение. Повышение эффективности функционирования ресурсных циклов.
11. Популяционная экология: цели, задачи значение. Биологические и групповые свойства популяций, их характеристика.
12. Биоценозы: определение, видовая и пространственная структуры биоценозов.
13. Экосистемы: определение, классификация, признаки экосистем. Устойчивость экосистем.
14. Принципы рационального природопользования. Инженерная экологическая защита.
15. Оценка качества природной среды.
16. Санитарно-гигиенические нормативы качества.
17. Нормативы качества в производственно-хозяйственной сфере. Комплексные нормативы качества.

18. Государственная экологическая экспертиза и контроль.
19. Атмосфера: строение, состав, значение. Приоритетные направления защиты атмосферного воздуха.
20. Загрязнение атмосферного воздуха: классификации, источники, их характеристика. Влияние энергетики на окружающую среду.
21. Парниковый эффект: сущность, парниковые газы. Влияние энергетических процессов на окружающую среду. Международное сотрудничество в решении проблемы глобального изменения климата.
22. Нарушение озонового слоя. Международные соглашения по озону.
23. Трансграничные переносы. Международные документы по трансграничным эмиссиям вредных веществ.
24. Группы мероприятий по защите атмосферного воздуха, их характеристика. Приоритетные направления государственной политики в области защиты атмосферного воздуха.
25. Земельные ресурсы: использование, значение. Плодородие, виды, их характеристика. Земельный фонд Республики Беларусь.
26. Причины ухудшения качества земельных ресурсов и пути их устранения.
27. Эрозия почв: виды эрозий. Проведение противоэрозионных мероприятий.
28. Проблема образования, переработки и утилизации отходов. Направления решения проблемы в сфере обращения с отходами.
29. Защита земельных ресурсов. Приоритетные направления рационального использования земельных ресурсов.
30. Загрязнение гидросферы: виды, источники. Влияние энергетических и теплотехнологических процессов на гидросферу.
31. Методы очистки сточных вод, их характеристика.
32. Защита поверхностных вод от загрязнения: мероприятия, их характеристика. Приоритетные направления рационального использования водных ресурсов.
33. Защита подземных вод от загрязнения.
34. Экономические аспекты экологических и природоохранных мероприятий в энергетике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Акимова, Т. А. Экология. Человек – Экономика – Биота — Среда : учебник для вузов / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. — М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2000. — 566 с.
2. Белов, С. В. Охрана окружающей среды : учеб. для техн. спец. вузов / С. В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др. ; под ред. С. В. Белова. — 2-е изд., и доп. — М. : Высш. шк., 1991. — 319 с.
3. Владимиров, А. М. Охрана окружающей среды / А. М. Владимиров, Ю. И. Ляхин, Л. Т. Матвеев, В. Г. Орлов. — Ленинград : Гидрометеиздат, 1991. — 423 с.
4. Галай, Е. И. Использование природных ресурсов и охрана природы / Е. И. Галай. — 2-е изд. — Минск : Амалфея, 2008. — 251 с.
5. Коробкин, В. И. Экология : учебник для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. — Ростов н/Д.: Феникс, 2005. — 576 с.
6. Маврищев, В.В. Основы экологии: учебник / В. В. Маврищев. — 3-е изд. — Минск : Высш. шк., 2007. — 447 с.
7. Мазур И. И. Курс инженерной экологии : учебник для вузов / И. И. Мазур, О. И. Молдованов ; под ред. И. И. Мазур. — 2-е изд. , испр. И доп. — Москва : Высш. шк., 2001. — 510 с.
8. Ходько, Е. М Основы экологии: курс лекций по одноим. дисциплине для студентов техн. специальностей днев. и заоч. форм обучения, 2012. — 90 с. Р. g/ : [http : // alis. Gstu. By / Start EK /](http://alis.Gstu.By/StartEK/).
9. Ходько, Е. М Основы экологии: учеб.-метод. пособие / Е. М. Ходько; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. — Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. — 172.
10. Шимова, О. С. Основы экологии и энергогосбережения : учебное пособие для вузов / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский, О. В. Сви-дерская; под ред. О. С. Шимовой. — Минск : БГЭУ, 2011. — 226 с.

Дополнительная

1. Арустамов, Э. А. Природопользование: учебник. — 5-е изд., перераб. и доп. / Э А. Арустамов — М.: изд.-торг. Корпорация «Дашков и К», 2003. — 312 с.
2. Мешечко, Е. Н. Основы экологии: учеб. пособие / В.Н. Карпук, Е. Н. Мешечко, В. Е. Мешечко и др; под ред. Е. Н. Мешечко. — Мн.: «Экоперспектива», 2002. — 376 с.

3. Овсянник, Н. В. Экология энергетики: курс лекций по одной дисциплине для студентов специальностей 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» днев. и заоч. формы обучения и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» днев. формы обучения / Н. В. Овсянник, Н. В. Широглазова. — Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. — 100 с.
4. Сергейчик, С. А. Экология : учеб. пособие / С. А. Сергейчик. — Минск : Современная школа, 2010. — 400 с.
5. Челноков, А. А. Охрана окружающей среды : учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. — Минск : Выш. шк., 2006. — 255 с.
6. Шимова, О. С. Основы экологии и экономика природопользования : учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский. — Мн.: БГЭУ, 2002.— 367 с.
7. Статистический ежегодник Республики Беларусь. Природные ресурсы и охрана окружающей среды. — Минск, 2018. — 450 с.
8. Водный кодекс Республики Беларусь : текст Кодекса по состоянию на 25 авг. 2006 г. — Минск : Амалфея. 2006. — 76 с.
9. Статистический сборник Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. — Минск: «Информационно-вычислительный центр Национального статистического комитета Республики Беларусь», 2011. — 236 с.
10. Об охране озонового слоя: Закон Республики Беларусь от 12 ноября 2001 г. // Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. Вып. 40. Мн.: БелНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 2002.
11. Об охране окружающей среды: Закон Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. (в редакции Закона от 17 июля 2002 г.) // Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. Вып. 40. Мн. : БелкиЦ ЭКОЛОГИЯ, 2002.
12. Кодекс Республики Беларусь о земле: Закон Республики Беларусь от 4 января 1999 г. // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. 1999. №2-3.2/1.
13. Кодекс Республики Беларусь о недрах: Закон Республики Беларусь от 15 декабря 1997 г. // Ведомости Нац. сходу Рэспублж1 Беларусь. 1998. № 8-9. Ст. 103.
14. Конституция Республики Беларусь 1994 г. (с изм. и доп. от 24 ноября 1996 г.). — Мн.: Беларусь, 1997.
15. Об особо охраняемых природных территориях: Закон Республики Беларусь от 23 мая 2000 г. // Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. Вып. 40. Мн.: БелНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 2002.
16. Об отходах: Закон Республики Беларусь от 25 ноября 1993 г. (в редакции Закона от 24 июля 2002 г.) // Сборник нормативных до-

кументов по вопросам охраны окружающей среды. Вып. 40. Мн.: БелНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 2002.

17. Об охране атмосферного воздуха: Закон Республики Беларусь от 15 апреля 1997 г. // Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. Вып. 40. Мн.: БелНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 2002.
18. О налоге за пользование природными ресурсами (Экологический налог): Закон Республики Беларусь от 23 декабря 1991 г. (в редакции Закона от 24 июля 2002 г.) // Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. Вып. 40. Мн.: БелНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 2002.
19. О питьевом водоснабжении: Закон Республики Беларусь от 24 июня 1999 г. // Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. Вып. 40. Мн.: БелНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 2002.
20. О государственной экологической экспертизе: Закон Республики Беларусь от 14 июля 2000 г. // Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. Вып. 40. Мн.: БелНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 2002.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Раздел I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ	5
Глава 1. ПРЕДМЕТ И ОБЪЕКТЫ ЭКОЛОГИИ. БИОСФЕРА КАК ВЫСШИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВЫХ СИСТЕМ	5
1.1. Предмет и задачи экологии. Значение экологического образования	5
1.2. Уровни биологической организации и экология	8
1.3. Биосфера: состав, строение. Учение В. И. Вернадского о биосфере	13
Контрольные вопросы	16
Глава 2. ПОНЯТИЕ О СРЕДЕ ОБИТАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРАХ. ПРИРОДНЫИ РЕСУРСЫ	14
2.1. Среда обитания	14
2.2. Экологические факторы: классификация, характеристика	16
2.3. Природные ресурсы: использование, классификация	18
2.4. Ресурсные циклы	21
Контрольные вопросы	22
Глава 3. ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ КОНЦЕПЦИЯ	23
3.1. Популяционная экология	23
3.2. Биоценоз как биологическая система	26
3.3. Экологические системы	29
Контрольные вопросы	32
Раздел II. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВТЕ НА БИОСФЕРУ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА БИОСФЕРЫ	34
Глава 4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	34
4.1. Общие инженерные принципы рационального природопользования	34
4.2. Инженерная экологическая защита	39
Контрольные вопросы	46
Глава 5. НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА И КОНТРОЛЬ	47
5.1. Оценка качества природной среды	47
5.2. Санитарно-гигиенические нормативы качества	48
5.3. Нормативы качества в производственно- хозяйственной сфере	56

5.4. Комплексные нормативы качества	58
5.5. Государственная экологическая экспертиза и контроль	59
Контрольные вопросы	61
Глава 6. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА АТМОСФЕРУ. ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ	62
6.1. Атмосфера: состав, значение	62
6.2. Загрязнение атмосферного воздуха: виды, источники, последей- ствия	63
6.3. Защита атмосферы	72
Контрольные вопросы	78
Глава 7. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГИДРОСФЕРУ. ЗАЩИТА ГИДРОСФЕРЫ	80
7.1. Загрязнение гидросферы: виды, источники	80
7.2. Защита поверхностных вод от загрязнения: мероприятия, их ха- рактеристика	84
7.3. Методы очистки сточных вод, их характеристика	86
7.4. Защита подземных вод от загрязнения	91
Контрольные вопросы	92
Глава 8. АНТРОПОГЕННЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛИТОСФЕРУ. ЗАЩИТА ЛИТОСФЕРЫ	93
8.1. Земельные ресурсы: использование, плодородие	93
8.2. Неблагоприятные последствия использования земельных ресурсов	96
8.3. Защита литосферы	106
Контрольные вопросы	110
Тематика рефератов по курсу	112
Список литературы	114

Ходько Елена Михайловна

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Пособие

**для слушателей специальности переподготовки
1-43 01 71 «Техническая эксплуатация
теплоэнергетических установок
и систем теплоснабжения»
заочной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 09.11.20.

Рег. № 77Е.

<http://www.gstu.by>