

Д.А. Козырь
Д.М. Сытников

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Д. А. Козырь, Д. М. Сытников

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Учебное пособие
для обучающихся образовательных учреждений
высшего образования

Севастополь
СевГУ
2024

УДК 502/504(075.8)

ББК 20.18я73

К59

Р е ц е н з е н т ы :

А. И. Сердюк - д-р хим. наук, профессор, профессор кафедры
«Техносферная безопасность», факультет инженерных
и экологических систем в строительстве,
ФГАОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Ф. А. Губарев - д-р техн. наук, доцент,
профессор кафедры «Энергетические системы и комплексы традиционных
и возобновляемых источников», Институт ядерной энергии и промышленности,
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Козырь, Д. А.

К59 Современные проблемы экологии и природопользования : учебное пособие [для обучающихся образовательных учреждений высшего образования] / Д. А. Козырь, Д. М. Сытников ; Севастопольский государственный университет. – Севастополь : СевГУ, 2024. – 254 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-6051995-9-5

Разработано в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего образования и основной образовательной программы направлений подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», 05.04.06 «Экология и природопользование».

УДК 502/504(075.8)

ББК 20.18я73

Рекомендовано учёным советом Института ядерной энергии и промышленности ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» в качестве учебного пособия для обучающихся образовательных учреждений высшего образования, протокол № 11 от 28 июня 2024 г.

ISBN 978-5-6051995-9-5

© Козырь Д.А., Сытников Д.М., 2024
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ЭКОЛОГИЯ КАК ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДЫ	7
1.1. Предмет современной экологии	7
1.2. Экологические законы, регулирующие взаимодействие общества и природы	9
1.3. Развитие представлений о биосфере и ноосфере	11
1.4. Типология глобальных проблем человечества	16
1.5. Биоразнообразие и природно-заповедный фонд	19
1.6. Пути преодоления экологического кризиса современности	22
1.7. Эволюция биосферы в контексте концепции устойчивого развития	25
1.8. Международное экологическое сотрудничество	31
1.9. Формирование нового экологического сознания	37
1.10. Мониторинг окружающей среды	40
Контрольные вопросы и задания	43
ГЛАВА 2. ЭВОЛЮЦИЯ ОТНОШЕНИЙ В СИСТЕМЕ «ОБЩЕСТВО – ПРИРОДА»	45
2.1. Природные основы общественной жизни	45
2.2. Этапы формирования глобальной социально-экологической системы	47
2.3. Генезис и структура технологических укладов	53
2.4. Природные ресурсы в рациональном природопользовании	57
2.5. Ресурсосбережение и этапы ресурсного цикла	61
2.6. Современные «пределы роста»	65
2.7. Голубая экономика	71
2.8. Альтернативная энергетика	74
Контрольные вопросы и задания	77
ГЛАВА 3. ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОХРАНА АТМОСФЕРЫ	79
3.1. Проблема глобальных климатических изменений	80
3.2. Загрязнение атмосферы и его экологические последствия	82
3.3. Охрана атмосферы от антропогенных воздействий	87
3.4. Методы обеспечения безопасности атмосферного воздуха	89
3.5. Системы улавливания и хранения углекислого газа	91
Контрольные вопросы и задания	99
ГЛАВА 4. ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОХРАНА ГИДРОСФЕРЫ	100
4.1. Загрязнение ресурсов гидросферы и его экологические последствия	101
4.2. Охрана гидросферы от антропогенных воздействий	105
4.3. Инновационные решения для очистки сточных вод	107

4.4. Меры по обеспечению качества питьевой воды	111
4.5. Международный опыт охраны водных ресурсов	114
4.6. Преодоление пластикового загрязнения океана	116
Контрольные вопросы и задания	120
ГЛАВА 5. ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ	121
5.1. Земельные ресурсы биосферы	122
5.2. Почва как основной компонент земельных ресурсов	124
5.3. Деградация и техногенные изменения земель	126
5.4. Охрана почвенно-земельных ресурсов	132
5.5. Методы контроля загрязнений почвы	134
5.6. Направления утилизации синтетических отходов	140
5.7. Устойчивое сельское хозяйство	143
5.8. Умные удобрения и средства защиты растений	150
Контрольные вопросы и задания	157
ГЛАВА 6. СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА	158
6.1. Проблемы транспорта как потребителя ресурсов	159
6.2. Шумовое загрязнение и защита окружающей среды	163
6.3. Стратегии по снижению негативного влияния транспорта	166
Контрольные вопросы и задания	170
ГЛАВА 7. ИННОВАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИОЭКОСИСТЕМ	171
7.1. Международный опыт развития зелёных кластеров	174
7.2. Политико-экономическая повестка современных климатических вызовов	179
7.3. Экологическое, социальное и корпоративное управление	184
7.4. Карбоновые полигоны России	188
7.5. Регенерирующие города и экологическое строительство	193
Контрольные вопросы и задания	199
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	201
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	202
ГЛОССАРИЙ	239
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	249

ВВЕДЕНИЕ

К началу третьего тысячелетия в обществе значительно возросло внимание к проблематике, традиционно составляющей предмет изучения экологической науки. Прежде всего, это связано с загрязнением и возрастанием агрессивности воздействия на окружающую среду, разрушением естественных ландшафтов и сокращением биоразнообразия, а также с истощением природных ресурсов и обострением демографических проблем. Экологические проблемы, которые ещё в начале прошлого века носили исключительно локальный характер, приобрели глобальное измерение.

Современная экология — это фундаментальная наука о взаимоотношениях организмов с окружающей средой, которая стала комплексной, объединив знания естественных, технических наук, а также экономики, права, социологии и др.

В последнее время в экологии обозначился круг вопросов, обусловленных ценностными представлениями о процессах социального характера и сопряжённых с жизнью человека и общества в природе. В сферу экологической науки вошли этические, гуманистические, эстетические и другие культурологические категории. Мы видим, что экология вышла за рамки исследования экосистем, а экологические проблемы уже приравниваются к социальным и научно-техническим. При этом, часть экологии призвана объяснить и спрогнозировать основные тенденции развития, структуру и закономерности взаимодействия общества и природы.

С научно-практической точки зрения предмет изучения экологии находится не только в теоретической, но и в прикладной плоскости. С одной стороны, экология раскрывает общие закономерности организации жизни, а с другой — механизмы разрушения биосферы человеком, способы предотвращения этого процесса и разрабатывает принципы *рационального природопользования*.

В современном мире экологические проблемы по своей общественной значимости занимают одно из первых мест, поскольку глобальный экологический кризис представляет собой реальную угрозу будущему человечества. Устойчивое развитие общества и поддержание экологического равновесия биосферы в условиях возрастающего антропогенного давления является главной *современной проблемой экологии*.

Важным условием развития общества является экологизация общественного сознания, которая невозможна без приобретения экологических знаний. Всё большего распространения и признания получает точка зрения, согласно которой экологическая культура в её

широком понимании рассматривается в качестве необходимого компонента профессиональной культуры специалистов практически в любой сфере современной деятельности.

Современное экологическое образование является необходимой составляющей гармоничного и экологически безопасного развития общества, оно направлено на формирование общественно-экологического мировоззрения, комплекса экологических знаний, рост уровня культуры человека и общества в целом.

Настоящее учебное пособие включает в себя теоретический и практический материал по основным темам курса «Современные проблемы экологии и природопользования», отнесённого к обязательным дисциплинам базовой части подготовки студентов по направлению «Экология и природопользование». В нём изложены главные положения современной экологии, показаны связи и явления в экосистемах разного уровня, освещены экологические проблемы современности и пути их разрешения. Издание включает семь основных глав, глоссарий, контрольные вопросы, а также материалы для организации практической и самостоятельной работы студентов.

Изложение материала начинается с рассмотрения экологии как теоретической основы взаимодействия общества и природы, а также эволюции отношений между компонентами социоприродной экосистемы. Далее представлены глобальные экологические проблемы, охрана атмосферы, гидросферы и земельных ресурсов. Отдельное внимание уделено изучению современных экологических проблем транспортной отрасли, инновационной политике развития региональных социоэкосистем и потенциалу России в решении климатических вызовов. Пособие может быть рекомендовано преподавателям и студентам-экологам различных образовательных уровней подготовки и всем тем, кто интересуется современными проблемами экологии и природопользования.

Авторы учебного пособия выражают благодарность рецензентам за обстоятельные замечания по улучшению содержания книги.

Глава 1

ЭКОЛОГИЯ КАК ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДЫ

1.1. Предмет современной экологии

В сферу компетенции экологии входит изучение жизни на организменном, популяционно-видовом, биогеоценотическом и биосферном *уровнях организации живого*. По мере накопления знаний о механизмах взаимодействия живой и неживой природы исследователи пришли к выводу, что на планете существуют своеобразные системы, характеризующиеся высоким уровнем упорядоченности и организации связей между их компонентами, а также способностью к поддержанию равновесия.

Поскольку жизнь возможна только в сообществах организмов (биоценозах) при строго определенной совокупности условий, которая характеризует особенности их существования (биотоп), основной концепцией современной экологии является концепция единства биотопа и биоценоза или *концепция экосистемы*. Экосистеме приблизительно соответствует понятие «*биогеоценоз*», который рассматривается как частный пример совокупности растений, животных и микроорганизмов, населяющих однородное жизненное пространство. Сегодня концепцию экосистемы называют одним из наиболее важных обобщений в биологии.

Немецкий естествоиспытатель и философ *Эрнст Генрих Геккель* (1834–1919 гг.) определил экологию как науку о взаимоотношениях живых организмов с условиями их существования, в дальнейшем это понятие значительно расширилось. По мере развития общества экология приобрела новое качество: стала научной основой для рационального природопользования, охраны окружающей среды, а также мониторинга и прогнозов изменений окружающей среды под воздействием человека.

Экология стала одной из сторон гуманизма, духовности, понимания единства человека и природы, а также признаком высокой культуры. В современном понимании *экология* — это наука, изучающая взаимоотношения живых организмов между собой и со средой обитания, а также закономерности изменения организмов и их сообществ под влиянием природных и антропогенных факторов.

Предмет экологии — совокупность или структура связей между организмами и средой. Экосистемы, то есть единые природные комплексы, образованные живыми организмами и средой обитания, это — главный *объект* изучения в экологии. Основные *методы экологии* — полевые наблюдения, маршрутные и экспериментальные (лабораторные и полевые)

методы, а также методы моделирования, биоиндикации, экологического мониторинга, ведения кадастров и др.

Современная экология — фундаментальная наука о природе, является комплексной и объединяет знания основ нескольких классических естественных наук (биология, химия, геология, физика), тесно связана с техническими науками, а также с экономикой, социологией, правом (экологическое, международное), педагогикой и психологией. В структуре современной *мегаэкологии* можно выделить несколько направлений:

Общая экология, или биоэкология (изучение живых систем на различных уровнях организации живого), включает следующие разделы: 1) *аутэкология* (организм и среда), сюда относят дисциплины — экология микроорганизмов, экология растений, экология животных; 2) *демэкология* (экология популяций); 3) *синэкология* (экология сообществ или биогеоценология) и 4) *учение о биосфере*.

Геоэкология изучает геосферы, их динамику и взаимодействие, геофизические условия жизни, факторы (ресурсы и условия) неживой окружающей среды, воздействующей на организмы.

С научно-практической точки зрения предмет изучения экологии может находиться не только в теоретической, но и в прикладной плоскости. *Теоретическая экология* раскрывает общие закономерности организации жизни. *Прикладная экология* изучает механизмы разрушения биосферы человеком, способы предотвращения этого процесса и разрабатывает принципы рационального природопользования. Прикладная экология формируется по сферам деятельности человека, сюда относят биоресурсную, сельскохозяйственную, лесохозяйственную, водохозяйственную, промышленную, инженерную, космическую, математическую, рекреационную и урбоэкологию, а также охрану окружающей среды и др. Отдельно рассматривают *экологию человека* и *ноосферологию*.

В истории развития самой экологии можно выделить *три основных этапа*. Первый этап — зарождение и становление (до сер. XIX в.). На этом этапе накапливались знания и были сделаны первые научные обобщения, сформировались представления о биосфере. Второй этап — формирование экологии как самостоятельной науки (вторая пол. XIX в. — первая пол. XX в.). Третий этап — преобразование экологии из строго биологической в комплексную науку с широкими междисциплинарными связями (сер. XX в. — наши дни).

В XX ст. в экологии просматривается нарастающая тенденция превращения её в науку, в которой для охвата всех сторон изучаемого предмета исследовательская работа проводится группами учёных разных специальностей. К концу XX в. происходит *экологизация науки*. Это было

связано с осознанием роли экологических знаний, с пониманием того, что деятельность человека может не просто наносить вред окружающей среде, но и изменяет условия жизни и может угрожать существованию самого человечества.

В последнее время в экологии обозначился круг вопросов, обусловленных *ценностными представлениями* о процессах социального характера и сопряжённых с жизнью человека и общества в природе. В сферу экологической науки вошли этические, правовые, политические, эстетические, гуманистические и другие культурологические категории. Экология вышла за рамки исследования экосистем, а экологические проблемы приравниваются к социальным и научно-техническим.

1.2. Экологические законы, регулирующие взаимодействие общества и природы

По мере роста населения и интенсивности его хозяйственной деятельности происходило возрастание антропогенной нагрузки на природную среду. Так возник вопрос о пределах устойчивости природной среды и о способах формирования сбалансированных отношений между обществом и природой в ходе хозяйственной деятельности человека. Главным условием в этом направлении является постижение и соблюдение основных *экологических законов, правил и принципов*.

В мире действует закон всеобщей связи вещей и явлений в природе и обществе, называемый также *принципом непрерывности* или *постулатом континуальности* Г.В. Лейбница — А.А. Богданова. Особенно ярко тотальность связей проявляется в живой природе, что нашло своё отражение в *законе физико-химического единства* живого вещества. В природе действует основной биологический закон К.Ф. Рулье — И.М. Сеченова — *принцип единства организма и среды*: между живыми организмами и окружающей их средой существуют тесные взаимоотношения, обусловленные постоянным обменом веществом, энергией и информацией. В соответствии с *законом развития системы за счёт окружающей среды*: любая система может развиваться только за счёт использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей её среды; абсолютно изолированное саморазвитие невозможно.

Закон внутреннего динамического равновесия заключается в представлении о том, что вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем находятся в тесной взаимосвязи, при этом любое изменение среды приводит к развитию ответных цепных реакций, идущих в сторону нейтрализации изменений или формирования

новых природных систем, образование которых иногда принимает необратимый или нежелательный характер.

Закон (правило) минимума гласит, что выносливость организма определяется самым слабым звеном (бочка Ю. Либиха) в цепи его экологических потребностей. В соответствии с этим законом жизненные возможности организма или системы лимитируют экологические факторы, количество и качество которых близки к необходимому организму или экосистеме минимуму. Выявление слабого звена является важным в оптимизации взаимоотношений между обществом и природой, в прогнозировании и в экологической экспертизе.

Закон толерантности В.Э. Шелфорда (закон лимитирующих факторов или закон оптимума): любой живой организм имеет определенные, эволюционно унаследованные верхний и нижний пределы устойчивости (толерантности) к любому экологическому фактору. Даже единственный фактор за пределами зоны своего оптимума приводит к стрессовому состоянию организма и в пределе — к его гибели.

Закон максимизации энергии (закон Ю.П. Одума и Г.Т. Одума): в соперничестве с другими экосистемами выживает (сохраняется) та из них, которая наилучшим образом способствует поступлению энергии и использует максимальное её количество наиболее эффективным способом.

Закон обеднения разнородного живого вещества в островных его сгущениях (закон Г.Ф. Хильми): индивидуальная система, существующая в среде с уровнем организации более низким, чем уровень организации самой системы, теряет свою структуру, растворяясь в окружающей среде. Сложные биотические сообщества, сохранённые на незначительных ограниченных пространствах, обречены на деградацию. В практике природопользования рассматриваемый закон диктует необходимость создания буферных зон как при ведении интенсивного хозяйства, так и особенно при создании заповедников, долгосрочных заказников и других особо охраняемых территорий для обеспечения высокой надёжности их функционирования.

Закон ограниченности (исчерпаемости) природных ресурсов говорит о том, что все природные ресурсы Земли являются конечными, а антропогенные изменения в биосфере сверх допустимого предела выводят её из равновесия. Все крупномасштабные изменения на поверхности Земли (циклоны, извержения вулканов, глобальный фотосинтез), в соответствии с *правилом одного процента* имеют суммарную энергию, не превышающую 1 % от энергии солнечного излучения, падающего на поверхность планеты (допустимый предел).

Закон пирамиды энергий (правило десяти процентов Р.Л. Линдемана) гласит, что в соответствии с правилом экологической пирамиды, каждый последующий трофический уровень ассимилирует не

более 10 % энергии предыдущего. Это служит общим ограничением в расчётах для практических целей в хозяйственной деятельности и природопользовании.

Правило обязательности заполнения экологических ниш (Н.Ф. Реймерс) гласит, что пустующая экологическая ниша всегда бывает естественно заполнена. Положение вида, которое он занимает в общей системе биоценоза, комплекс его биоценотических связей и требований к абиотическим факторам среды называют экологической нишей вида.

Правило «мягкого управления природой» заключается в опосредованном, направляющем, восстанавливающем экологический баланс управлении природными ресурсами, в организации желательных цепных реакций.

Законом незаменимости биосферы подчёркивается, что биосферу нельзя заменить искусственной средой, это единственная система, обеспечивающая устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях. В свою очередь, *закон ноосферы* В.И. Вернадского гласит о неизбежности перехода биосферы в ноосферу.

1.3. Развитие представлений о биосфере и ноосфере

Биосфера — это одна из геосфер Земли, заселённая организмами, которые в совокупности составляют живое вещество нашей планеты; это основной компонент природной среды, окружающей человека. Границы биосферы определяются областью распространения организмов в атмосфере, гидросфере и литосфере. Жизнь сосредоточена в тропосфере и ограничивается озоновым слоем, при этом организмы проникают на всю глубину Мирового океана и на глубину до 3–7 км в земной коре.

Одним из важнейших представлений экологии является понятие среды обитания организмов. *Среда обитания* — совокупность всех окружающих организм элементов и условий, влияющих на организм, в той части пространства, где он обитает. Живые организмы освоили четыре основных среды обитания — водная (гидробионты), наземно-воздушная (дендробионты, хортобионты), почвенная (геобионты) и сами живые организмы (паразиты и симбионты). Среда обитания формируют факторы, которые называются экологическими.

Экологический фактор — это любой элемент окружающей среды, способный прямо или косвенно влиять на живой организм, хотя бы на одном из этапов его онтогенеза. Каждый фактор является совокупностью условий среды и его ресурса (запаса в среде). Факторы можно разделить на: *абиотические* или абиогенные (неживая природа) и *биотические* или биогенные (живая природа). В отдельную группу выделяют

антропогенные факторы. По своему происхождению природные экологические факторы могут быть связаны с деятельностью человека, который через свою деятельность способен изменять режим воздействия практически всех природных факторов. С появлением биосферы как целостной оболочки Земли, населённой живыми организмами, она стала ещё одной средой с определённым сочетанием специфических факторов, воздействующих на каждый организм.

Сегодня следует исходить из представлений о биосфере как о *глобальной экосистеме*, состоящей из абиотической и биотической части. Первоначально термин «биосфера» использовали только для названия совокупности живых организмов, обитающих на нашей планете, хотя иногда и отмечали их связь с географическими, геологическими и космическими процессами, но чаще указывали на зависимость живой материи от сил и вещества неорганической природы.

Научное наследие Владимира Ивановича Вернадского (1863–1945 гг.) определило место человека и научной мысли в эволюции биосферы, его труды позволили по-новому взглянуть на природу как среду обитания человека, обозначили широкий круг актуальных проблем и пути их решения в будущем. Фундаментальный труд «Биосфера» (1926 г.) в концентрированной форме подытоживает многолетние и разносторонние исследования выдающегося русского мыслителя-космиста.

Согласно современным представлениям, биосфера является определенной природной системой, её существование, прежде всего, выражается в *круговороте вещества и энергии* при участии живых организмов. В природе существует два круговорота веществ: 1) *большой (геологический)* — обусловлен взаимодействием солнечной энергии и глубинной энергией Земли, осуществляет перераспределение вещества между биосферой и более глубокими горизонтами Земли; 2) *малый (биогеохимический)* — совершается в пределах биосферы.

Сущность последнего круговорота 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 планете, обеспечивая биогеохимический круговорот веществ.

Изменения, происходящие с телами и веществами в биосфере, относятся к многофакторным процессам. Эффективным средством измерения состояния биосферы является определение планетарных границ. *Концепция планетарных границ* предложена в 2009 г. учёными-экологами под руководством Й. Рокстрема из Стокгольмского центра устойчивости и У. Штеффена из Австралийского национального

университета. Она устанавливает коридор (зону) глобальной экологической безопасности, в пределах которого биосфера в минимальной степени разрушается антропогенной деятельностью. Авторы подхода пытались определить «безопасное пространство для человечества» в качестве предварительного условия для перехода к устойчивому развитию.

Согласно концепции «нарушение одной или нескольких планетарных границ может быть пагубным или даже катастрофическим из-за риска перекрёстных порогов, которые вызовут нелинейное, резкое изменение окружающей среды в континентальных системах планетарного масштаба».

Промышленная революция сделала деятельность человека решающим фактором развития биосферы и как только человеческое общество переходит определенные планетарные границы, возникает риск резких необратимых изменений окружающей среды. Для начала авторы выделяют девять подсистем, от которых зависят жизнь человека и всей биосферы (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Планетарные границы (пояснения в тексте)

Для каждой из выделенных подсистем определяют допустимые пределы воздействия и оценивают, насколько нынешние воздействия соответствуют этим пределам. Для трёх подсистем человек уже нарушил допустимые пределы. Это климат, глобальный цикл азота и биоразнообразие видов на Земле. Очевидно, что именно деятельность человека привела к необратимым изменениям в этих подсистемах. Есть два параметра, которые авторы в принципе затрудняются оценить — это глобальное химическое загрязнение и «запыление» атмосферы.

Приняв за исходную биогеохимическую основу биосферы, установленную В.И. Вернадским (1926 г.), французский философ Э. Леруа (1927 г.) предложил понятие *ноосферы*, (от др.-греч. — νοῦς «разум» и σφαῖρα — «шар») назвав так современную ему стадию развития биосферы, то есть «мыслящий пласт», разворачивающийся вне биосферы и над ней.

В.И. Вернадский принял и в последующие годы развил понятие *сферы разума* как высшей стадии развития биосферы, связанной с возникновением и становлением в ней цивилизованного человека, с периодом, когда разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором развития жизни на Земле. Главная цель построения ноосферы заключается в неизменности того типа биосферы, в которой возник и может существовать человек, сохраняя своё здоровье, образ жизни.

Концепция ноосферы рассматривает единство человека и природы в виде процесса — *ноогенеза*, что ведёт к становлению системы «человек — природная среда». Ценность этой концепции заключается в том, что она предоставляет конструктивную модель вероятного будущего, её же ограниченность связана с тем, что она рассматривает человеческую деятельность только как разумную.

Под *ноосферогенезом* понимают переходную стадию эволюции человечества от эпохи стихийного развития стран и народов к интеграции мирового сообщества в единую глобальную экономическую систему с согласованными природными и социальными законами, которые позволяют избежать экологического кризиса.

Существует ряд конкретных условий, необходимых для становления и существования ноосферы, к которым следует отнести:

- заселение человеком всей планеты;
- преобразование средств связи и обмена информацией между странами;
- усиление связей, в том числе политических, между всеми государствами;
- начало преобладания глобальной роли человека над другими геологическими процессами, протекающими в биосфере;
- расширение границ биосферы и выход в космос;

- открытие новых источников энергии;
- равенство людей всех рас и религий;
- увеличение роли гражданского общества в решении вопросов внешней и внутренней политики;
- свобода научной мысли от давления религиозных, философских и политических воззрений;
- внедрение новых стандартов образования и уровня жизни.
- предотвращение голода и болезней;
- разумное преобразование первичной природы Земли с целью удовлетворения материальных, эстетических и духовных потребностей численно возрастающего населения;
- решение проблемы войны и мира.

В какой мере выполнены или выполняются эти условия в современном мире рассмотрим более подробно на примере некоторых из них:

1. Заселение человеком всей планеты — условие выполнено, поскольку на Земле практически не осталось мест, где бы ни ступала нога человека, который обосновался даже в Антарктиде.

2. Современный мир характеризуется резким преобразованием средств связи и обмена информацией между странами. С помощью современных возможностей человек моментально узнаёт о событиях в любой точке земного шара. Средства коммуникации постоянно совершенствуются, ускоряются, появляются такие, которые недавно трудно было представить. И здесь нельзя не вспомнить пророческих слов В.И. Вернадского: «Этот процесс — полного заселения биосферы человеком — обусловлен ходом истории научной мысли, неразрывно связан со скоростью сношений, с успехами техники передвижения, с возможностью мгновенной передачи мысли, её одновременного обсуждения на всей планете».

До недавнего времени средства телекоммуникации ограничивались телеграфом, телефоном, радио и телевидением. Имелась возможность передавать данные от одного компьютера к другому при помощи модема, подключённого к телефонной линии, документы на бумаге передавались с помощью факсимильных аппаратов.

В 1968 г. Министерство обороны США озаботилось связью множества своих компьютеров в специальную сеть, которая должна была способствовать научным исследованиям в военно-промышленной сфере. Создание и развитие глобальной телекоммуникационной компьютерной сети Internet дало начало настоящей революции в человеческой цивилизации, которая входит сейчас в так называемую эру информации.

3. Рост населения и расширяющееся развитие сельского хозяйства, промышленности, строительства, транспорта вызвали массовое

уничтожение лесов в Европе и других частях света. С 1970 по 2014 гг. по данным некоторых международных организаций человечеством уничтожено две трети всех видов млекопитающих, рыб, рептилий и птиц. Выпас скота в больших масштабах привёл к эрозии (разрушению) почвенного слоя (Средняя Азия, Северная Африка, Юг Европы и Северная Америка).

Учёные предполагают, что истощение почв на территории древнего американского государства майя в результате подсечно-огневого земледелия явилось одной из причин гибели этой высокоразвитой цивилизации. Аналогично в Древней Греции исчезли обширные леса в результате вырубки и неумеренного выпаса скота. Это усилило эрозию почвы и привело к уничтожению почвенного покрова на многих горных склонах, повысило засушливость климата и ухудшило условия ведения сельского хозяйства.

4. Строительство и эксплуатация промышленных предприятий, добыча полезных ископаемых привели к серьёзным нарушениям природных ландшафтов, загрязнению почвы, воды, воздуха различными отходами.

5. Настоящие сдвиги в биосферных процессах начались в XX ст. в результате очередной промышленной революции. Бурное развитие энергетики, машиностроения, химии, транспорта привело к тому, что человеческая деятельность стала сравнима по масштабам с естественными энергетическими и материальными процессами, происходящими в биосфере.

Интенсивность потребления человечеством энергии и материальных ресурсов растёт пропорционально численности населения и даже опережает его прирост. Предупреждая о возможных последствиях расширяющегося вторжения человека в природу, ещё полвека назад В.И. Вернадский писал: «Человек становится геологической силой, способной изменить лик Земли». Этот прогноз оправдался.

Последствия антропогенной деятельности проявляются в истощении природных ресурсов, загрязнении биосферы отходами производства, разрушении природных экосистем, изменении структуры поверхности Земли, изменении климата. Антропогенные воздействия способны приводить к нарушению практически всех природных биогеохимических циклов.

1.4. Типология глобальных проблем человечества

Термин *«глобальные проблемы»* вошёл в международный лексикон 60-е гг. XX в. Глобальными являются проблемы, которые затрагивают

интересы всего человечества, приобретают всемирный характер, охватывая все основные регионы Земли, создают реальную угрозу для будущего человечества и требуют для своего решения международного сотрудничества в самом широком масштабе.

Следует обратить внимание на смешанную *социоприродную сущность* глобальных проблем, которая служит решающим критерием глобальности. Именно этот признак позволяет отделить глобальные проблемы от многих социальных, экономических или политических кардинальных проблем, которые хотя и имеют пространственное планетарное выражение, соответствующую остроту и другие признаки проблемности, но не могут претендовать на статус глобальных проблем современности.

Современные глобальные проблемы по сути своей являются выражением противоречивой природы самого человека и его истории. *Система критериев глобальности* означает, что глобальность — это единство пространственного географического размаха, общечеловеческой значимости, всемирно-исторической актуальности, общепланетарной остроты и опасности, социоприродной и биосоциальной универсальности и совместимости. То есть глобальные проблемы представляют собой переплетение на общепланетарном, общемировом и общечеловеческом уровне социально-экономических, политико-идеологических, культурных, биосоциальных и социоприродных противоречий в современном мире.

Источники глобальных проблем можно условно разделить на две группы: 1) углубление разногласий между человеком и природой (экологические, продовольственные, энергетические и др. проблемы); 2) отношения между людьми (проблемы войны и мира, защиты и развития духовной сферы, демографии, борьбы с преступностью и т.п.).

Анализ глобальных проблем современного этапа общественного развития немислим без их *научной типологии*. Сегодня выделяют около трёх десятков глобальных проблем, которые относят к различным группам, типам и видам.

В соответствии с одним из подходов, *первая группа* глобальных проблем вытекает из отношений между основными социальными общностями (государства, нации, классы, группы) в системе «общество — общество». К первой группе относят проблемы предотвращения мировой войны, установления нового экономического международного порядка, выравнивания уровней социально-экономического развития стран и управления глобальным развитием.

Вторая группа проблем возникает из отношений в системе «общество — природа». Здесь можно выделить проблему предотвращения стихийных бедствий, экологическую, демографическую и продовольственную проблемы; проблемы предупреждения

энергетического кризиса, защиты окружающей природной среды, освоения Мирового океана и использования космоса.

Третья группа проблем заключена в системе «человек – общество». Это проблемы ликвидации антигуманных тенденций в использовании науки и техники, ликвидации безграмотности, развития образования, преодоления негативных тенденций урбанизации и борьбы с болезнями.

Экологические проблемы по своим масштабам условно могут быть разделены на локальные, региональные и глобальные. К основным *глобальным экологическим проблемам* относят: 1) возрастание агрессивности окружающей среды, включающее загрязнение атмосферы, гидросферы и его последствия, а также повышение патогенности микроорганизмов; 2) сокращение биологического разнообразия и генофонда планеты.

Загрязнение (главное отрицательное антропогенное воздействие) — это привнесение в природную среду или возникновение в ней новых, нехарактерных, физических, химических, информационных и биологических агентов или превышение естественного уровня перечисленных агентов, приводящее к негативным последствиям. Загрязнение выводит природные системы из равновесия и опасно для самого человека. В экосистемах происходит изменение режима экологических факторов, поскольку загрязняющие агенты выступают в роли нежелательных экологических агентов.

Источники антропогенного загрязнения — теплоэнергетика, промышленные предприятия, транспорт, сельскохозяйственное производство, урбанизированные территории и др. Загрязнения различают *по видам* (механическое, физическое, химическое, биологическое) и *по масштабу* (локальное, региональное, глобальное). Наиболее опасные вещества с точки зрения последствий загрязнения — это диоксид серы, оксиды азота и углерода, тяжёлые металлы, фреоны (хладоны), диоксины, канцерогенные и радиоактивные вещества, нефтепродукты, пестициды и некоторые др. Непосредственными объектами загрязнения являются все компоненты природной среды — воздух, вода, почвы и биосфера в целом.

Экологические последствия загрязнения атмосферы: 1) смог (ядовитая смесь дыма, тумана и пыли); 2) парниковый эффект (повышение температуры из-за накопления парниковых газов); 3) разрушение озонового слоя (влияние хлорфторуглеродов и др. веществ); 4) кислотные дожди (конденсация выбросов диоксида серы и оксидов азота).

Экологические последствия загрязнения гидросферы: 1) гибель и исчезновение гидробионтов, накопление ими токсикантов; 2) эвтрофикация водоёмов (результат накопления соединений азота и фосфора); 3) сокращение и истощение источников чистых поверхностных и подземных вод.

Экологические последствия антропогенного воздействия на литосферу: 1) загрязнение почв (использование пестицидов и минеральных удобрений, свалки отходов, газо-дымовые выбросы, нефтепродукты, патогены); 2) деградация, ветровая и водная эрозия; 3) засоление; 4) заболачивание; 5) опустынивание; 6) отчуждение земель; 7) изменения в результате статических (здания, сооружения, конструкции) и динамических (вибрации, удары, толчки, взрывы) нагрузок; 8) изменения механического, теплового и электрического воздействия на горные породы; 9) карстовые явления, оползни; 10) подтопления; 11) отвалы пород и терриконы.

К числу *социально-экономических проблем* человечества, включающих множество экологических аспектов, относят: 1) проблемы народонаселения (демографический взрыв, демографический кризис и переход); 2) проблемы продовольственной безопасности; 3) энергетический и сырьевой кризис; 4) военную и ядерную угрозу.

1.5. Биоразнообразие и природно-заповедный фонд

Осмысление системного подхода и иерархичности живых систем привело к формированию концепции *структурных уровней организации живого* — молекулярного, клеточного, тканевого, органов и их систем, организменного, популяционно-видового, биогеоценотического или экосистемного и биосферного. Поскольку универсальный перечень уровней составить нельзя, целесообразно выделять такое их количество, чтобы каждому из них были присущи свойства, изучение которых на соседних уровнях было бы невозможно.

Разнообразие жизни во всех её проявлениях представлено *биологическим разнообразием* (биоразнообразием), под которым понимают разнообразие на трёх уровнях организации живых систем: 1) генетическое разнообразие — разнообразие генов и их вариантов (аллелей); 2) видовое разнообразие — разнообразие видов в экосистемах; 3) разнообразие самих экосистем.

Сокращение биологического разнообразия — это экологическая проблема, представляющая собой сокращение численности видов живых организмов в природе. Происходит это из-за человеческой деятельности и изменения экологической ситуации в мире. Человечество при этом должно своевременно реагировать на новые вызовы.

Голоценовое вымирание (шестое массовое вымирание), протекающее в настоящее время, — одно из наиболее значительных массовых вымираний видов в истории Земли. Это продолжающееся вымирание видов совпадает с современной эпохой голоцена и во многом является

результатом человеческой деятельности. Оно охватывает многочисленные семейства растений и животных, включая млекопитающих, птиц, земноводных, рыб, рептилий и членистоногих.

Первые пять вымираний были вызваны тектоническими и вулканическими явлениями. Вымирание динозавров чаще всего также объясняют «катастрофическими» гипотезами. Их могли уничтожить последствия вулканической активности, удара метеорита, падения уровня океана. Отечественные палеонтологи в основном придерживаются биосферной версии: динозавры исчезали постепенно — из-за распространения цветковых растений и охлаждения климата.

За последние 500 лет на Земле вымерло более 800 видов живых существ, преимущественно животных. Это только те виды, которые были описаны и впоследствии официально признаны утраченными. За этот период очень быстрый рост населения планеты и растущая эксплуатация земельных территорий разрушили или полностью изменили дикую природу.

Современные технологические инновации могут нести угрозы для экологической безопасности биосферы и биоразнообразия. Это может быть связано в том числе и с развитием следующих современных направлений:

- *синтетическая биология* — занимается проектированием и построением биологических модулей, биологических систем и биологических машин или перепроектированием существующих биологических систем для практических целей;

- *геоинженерия* — набор крупномасштабных технологических мер и воздействий на окружающую среду, изначальной целью которых является замедление и контроль климатических изменений; при этом существуют опасения, что эффект от применения таких средств не полностью изучен и осознаваем;

- достижения в области *искусственного интеллекта* — в перспективе могут превзойти способности человеческого разума в разных сферах и иметь непредсказуемые последствия.

Индустриализированное сельское хозяйство, в котором, например, используются такие системные инсектициды, как *неоникотиноиды*, является смертельной угрозой для пчёл и других опылителей. Появляется всё больше доказательств того, что в различных продуктах питания обнаруживаются остатки различных пестицидов (ядохимикатов). Главная проблема, которая пока очень плохо исследована, состоит в долгосрочном влиянии используемых десятилетиями пестицидов на почвы. Если бактерии и грибы пропадают, почва ухудшается. Каждый раз, когда разрушается почва или используются искусственные удобрения и

пестициды, живые организмы в почве погибают, и нарушается её естественная структура.

Ещё одна комплексная проблема состоит в производстве *биотоплива*. Когда оно производится из отходов сельского и лесного хозяйства, польза понятна всем, но, когда девственные леса превращают в крупномасштабные посевы таких монокультур, как маис или масличная пальма, негативные экологические последствия превышают экономический результат.

Другой новой проблемой может стать используемый человеком *генный драйв*. Это технология генной инженерии, которая распространяет определенный набор генов по всей популяции, изменяя вероятность передачи определенного аллеля потомству. Генный драйв может возникать с помощью различных механизмов для обеспечения генетической модификации конкретных популяций.

Успешный генный драйв может случайно или намеренно изменить вид или вызвать его вымирание. Сейчас эти искусственные генные драйвы разрабатываются при помощи системы генной модификации, известной как CRISPR-Cas9. Технология генного драйва может быть намеренно использована в отношении инвазивных или других вредных видов для того, чтобы удалить их из экосистемы.

Поскольку *генетически модифицированные организмы* (ГМО) распространяются в окружающей среде, они также могут наносить вред другим видам или экосистемам. Не существует признанного на международном уровне процесса управления трансграничным влиянием ГМО. Более 160 неправительственных организаций, в основном из развивающихся стран, принявших участие в 13-й Конвенции по биологическому разнообразию в декабре 2016 г., потребовали принятия моратория на прикладные исследования, разработку и выпуск ГМО в окружающую среду.

Таким образом, проблема сокращения биоразнообразия существует объективно по целому ряду причин, которые так или иначе исходят от человека. Уязвимые растения и животные, относят к особо охраняемым объектам. *Красная книга* — официальный документ, содержащий данные о состоянии и распространении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, для которых разработана *пятиступенчатая шкала* применения охранных мер. Существуют международный и региональные варианты Красной книги, которые ведутся отдельно для растений (*Зелёная книга*) и животных.

Чёрный список — список животных, вымерших после 1600 г. В целях сохранения редких и исчезающих видов созданы низкотемпературные генетические банки, а также искусственно

создаваемые среды их обитания. Наиболее же эффективной мерой является сохранение естественных местообитаний организмов и организация сети особо охраняемых природных территорий.

Природно-заповедный фонд представлен: 1) *заповедниками* (территории которых полностью изъяты из хозяйственной деятельности); 2) *биосферными заповедниками* (ландшафтные единицы, выделенные для осуществления глобального экологического мониторинга), 3) *заказниками* (запрещаются отдельные виды хозяйственной деятельности с целью охраны одного или нескольких видов, биогеоценозов или общего характера охраняемой местности); 4) *национальными парками* (значительные по площади территории, включающие особо охраняемые природные ландшафты, заповедную, хозяйственную и рекреационную зоны); 5) *природными парками* (используются с рекреационной и просветительской целью); 6) *памятниками природы* (естественная или преобразованная природная территория, имеющая научную, культурную или социальную ценность); 7) *дендропарками* и *ботаническими садами*, а также 8) *другими особо охраняемыми территориями* (лечебно-оздоровительные, курортные).

В настоящее время в России насчитывается более 112 заповедников и 64 национальных парков. Наиболее известные заповедники — Аскания-Нова (Херсонская область), Астраханский (дельта Волги), Баргузинский, Байкальский (Бурятия), Ильменский (Челябинская область), Кавказский (Краснодарский край, Адыгея, Карачаево-Черкесия), Кедровая Падь (Приморский край), Командорский (один из крупнейших; Камчатский край); национальные парки — Лосиный остров (Москва и Московская область), Приэльбрусье (самый высокогорный; Кабардино-Балкария), Сочинский (Краснодарский край), Югыд ва (один из крупнейших; Коми) и др.

Широко известны также такие биосферные заповедники, как Беловежская Пуща в Белоруссии, Иссык-кульский в Киргизии и др. Количество национальных парков в мире превысило 1200, среди них первый в мире Йеллоустонский, Гранд-Каньон и Маунт-Мак-Кинли (США), Олимп, Парнас (Греция), Комодо (Индонезия), Маунт-Кения (Кения), Серенгети, Килиманджаро (Танзания), Виктория-Фоле (Зимбабве), Крюгер (ЮАР), Тонгариро (Новая Зеландия) и т.д.

1.6. Пути преодоления экологического кризиса современности

Под *экологическим кризисом* следует понимать ситуацию, возникающую в экологических системах (биогеоценозах) в результате нарушения равновесия под воздействием природных явлений

(геологические, климатические, стихийные) или в результате воздействия антропогенных факторов (загрязнение атмосферы и гидросферы, разрушение естественных экосистем, зарегулирование рек, сведение лесов и др.). В истории развития взаимоотношений общества и природы можно выделить *кризис консументов* (истребление крупных млекопитающих), *кризис продуцентов* (развитие земледелия), *кризис редуцентов* (глобальное загрязнение окружающей среды) и др.

Экологический кризис современности — это напряжённое состояние между обществом и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в обществе ресурсно-экономическим возможностям биосферы, что приводит к обострению глобальных проблем.

Современное состояние природопользования в большинстве случаев может быть охарактеризовано как нерациональное, ведущее к истощению и загрязнению окружающей среды. Причин здесь много, среди которых особо необходимо отметить недостаточное познание экологических законов, слабую материальную заинтересованность производителей и низкую экологическую культуру населения.

Антропогенный круговорот веществ сопровождается большим расходом природных ресурсов и накоплением большого количества отходов, вызывающих загрязнение окружающей среды. Поэтому основной задачей является разработка технологий, позволяющих сделать антропогенный круговорот как можно более замкнутым. Известный американский биолог и эколог Б. Коммонер выделил пять видов *отрицательных антропогенных воздействий* на биосферу:

- упрощение экосистемы и разрыв биологических циклов;
- концентрация рассеянной энергии в виде теплового загрязнения;
- рост числа ядовитых отходов от химических производств;
- введение в экосистему новых видов;
- появление генетических изменений в организмах.

Пути выхода из экологического кризиса современности включают в себя экологизацию технологий, совершенствование механизма охраны окружающей среды, в том числе экономического, а также административно-правовое, международно-правовое и эколого-просветительское направления.

Природопользование имеет глубокие корни в культуре, отсюда многообразие и своеобразие механизмов его регулирования. Принципиальным является вопрос о степени возможности *замены природных ресурсов* искусственно созданными средствами производства, степени замены природного капитала искусственным. Возможности такой замены не безграничны, целый ряд функций экологических систем вообще не могут быть заменены. В связи с этим возникла концепция *критического*

природного капитала. Это те, необходимые для жизни человека блага, которые невозможно заменить искусственными: ландшафты, редкие виды растений и животных, озоновый слой, параметры климата и др. Незаменимы и эстетические свойства, и качества окружающей среды.

Инженерная защита окружающей среды — это совокупность научных и инженерных принципов по улучшению природной среды, обеспечивающих чистую воду, воздух и землю для обитания человека и других организмов, а также по очистке загрязнённых участков. Основные направления инженерной защиты окружающей среды от загрязнения и других видов антропогенных воздействий — внедрение ресурсосберегающей, безотходной и малоотходной технологий, биотехнология, утилизация и детоксикация отходов и экологизация производства.

Малоотходные технологии — это способ производства, максимально обеспечивающий эффективное использование сырья и энергии с минимумом отходов и потерь энергии. Важным условием малоотходной технологии является *рециркуляция* — повторное использование материальных ресурсов, которое позволяет экономить сырьё и энергию, и уменьшить образование отходов.

Биотехнологии включают методы и приёмы получения полезных для человека продуктов и явлений с помощью живых организмов, в первую очередь, микроорганизмов. Так, в развитых странах *генно-инженерная отрасль* биотехнологии отнесена к приоритетным направлениям деятельности как в научной, так и в производственной сфере. Это может включать в себя внедрение генов из одного организма в другой, получение новых признаков или модификацию существующих. Например, современная молекулярная биология, включая генную инженерию, оказывает влияние на разные стороны жизни современного общества, что требует учёта всех возникающих при этом этических, правовых, экономических и социальных проблем.

Специфическое применение биотехнологии для решения проблем окружающей среды, включая такие как переработка отходов и борьба с загрязнениями путём соединения биотехнологических методов с небιологическими технологиями, называют *экологической биотехнологией*. Данное направление изучает новые методы в химической, пищевой промышленности и сельском хозяйстве, использование альтернативных энергоресурсов и химического сырья, а также получение «биологической энергии» от переработки отходов.

Механизм реализации законодательства об охране окружающей среды выражается в сочетании экономических методов хозяйствования с административно-правовыми мерами обеспечения качества окружающей среды. *Экономический механизм* предполагает финансирование,

кредитование, льготы при внедрении экологически чистых технологий, при исчислении налогов. Влияние на экономические интересы осуществляется через взимание платы за пользование ресурсами, налога на экологически вредную продукцию или продукцию, выпускаемую с применением экологически опасных технологий.

Административно-правовые меры реализуются через экологическую экспертизу, экологический контроль, административно-правовую ответственность за экологические правонарушения. Финансирование и осуществление хозяйственной деятельности должно производиться только после положительного заключения экологической экспертизы. Система экологического контроля включает государственную службу мониторинга за состоянием окружающей среды, государственного, производственного и общественного контроля.

Мониторинг организовывается с целью наблюдения за происходящими в окружающей среде физическими, химическими и биологическими процессами; за уровнем загрязнения атмосферы, воздуха, почв, водных объектов, последствиями его влияния на растительный и животный мир; обеспечения организаций и населения текущей и экстренной информацией об изменениях в окружающей среде, а также предупреждениями и прогнозами её состояния (см. пункт 1.10).

1.7. Эволюция биосферы в контексте концепции устойчивого развития

Биосфера не является статичным, неизменным объектом, с течением времени она эволюционирует. Важным фактором этого процесса являются сами живые организмы. С момента своего возникновения они расширяли границы биосферы, изменяли её состав. В результате их деятельности за миллиарды лет появились горные породы и полезные ископаемые органического происхождения, полностью преобразована атмосфера Земли, в том числе сформировался озоновый экран, защищающий всё живое от губительных ультрафиолетовых лучей, постоянно менялся рельеф поверхности.

Эволюция органического мира на нашей планете происходила в два этапа: возникновение первичной биосферы (результат химической эволюции) и усложнение возникших биологических сообществ в результате появления многоклеточных организмов (органическая эволюция). Появление человеческого общества привело к выделению третьего этапа эволюции биосферы (ноосферогенез).

С момента появления человека на планете биосфера претерпела значительные изменения. Бурное развитие промышленности, науки и техники за несколько столетий (геологически ничтожный отрезок времени)

способствовало ускорению миграции атомов. Человек создал тысячи новых пород и сортов, истребил многие виды диких животных и растений, извлёк из земной коры миллиарды тонн полезных ископаемых; в результате его деятельности образовались новые озёра (водохранилища), реки (каналы), на огромных площадях природные экосистемы сменились искусственными.

Деятельность человечества, ничтожного по своей биомассе, оказывает влияние на состав атмосферы и Мирового океана. Сегодня можно утверждать, что человек, овладев громадной энергией, сам является мощнейшим фактором эволюции биосферы. Как и предполагал В.И. Вернадский переход биосферы в ноосферу неизбежен.

Человечество не всегда разумно использовало находящиеся в его распоряжении ресурсы. Не зная многих закономерностей природы, человек часто не представляет последствий своей «победы» над ней. Так, некоторые государства древнего мира исчезли с лица земли в результате хищнического отношения к природе: истощения почв и вырубки лесов.

В результате сжигания различного топлива в атмосферу ежегодно выбрасывается около 20 млрд т углекислого газа и поглощается соответствующее количество кислорода. Природный запас CO_2 в атмосфере составляет величину порядка 50 тыс. млрд т. Эта величина колеблется и зависит, в частности, от вулканической активности. По мнению некоторых учёных антропогенные выбросы углекислого газа превышают естественные и составляют в настоящее время большую долю его общего количества. Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере, сопровождающееся ростом количества аэрозоля (мелких частиц пыли, сажи, взвесей растворов некоторых химических соединений), может привести к заметным изменениям климата и соответственно к нарушению складывавшихся в течение миллионов лет равновесных связей в биосфере.

Выброс в атмосферу промышленных газов, включающих такие соединения, как оксид углерода (угарный газ, CO), оксиды азота и серы, аммиака и других загрязнителей, приводит к угнетению жизнедеятельности растений и животных, нарушениям обменных процессов, к отравлению и гибели живых организмов.

Неуправляемое воздействие на климат в совокупности с нерациональным ведением сельского хозяйства способно привести к значительному снижению плодородия почв, большим колебаниям урожайности сельскохозяйственных культур. По данным экспертов ООН, в последние годы колебания производства продукции сельского хозяйства превышали 1 %. При этом следует учесть тот факт, что такие изменения могут приводить к гибели от голода десятков миллионов человек.

Катастрофическое сокращение площади лесов на планете произошло в результате нерациональной их вырубki, а пожары, независимо от их происхождения, привели к тому, что во многих местах, некогда сплошь покрытых лесами, к настоящему времени они сохранились лишь на 10–30 % территории. Например, площадь тропических лесов Африки уменьшилась на 70 %, Южной Америки — на 60 %, в Китае лишь 8 % территории покрыто лесом. Сведение лесов вызывает иссушение и эрозию почвы, приводит к увеличению количества наводнений и селевых потоков в горах, сказываются на местном и глобальном климате.

Деятельность человека приводит к сокращению запасов чистой воды. Промышленные предприятия сбрасывают сточные воды зачастую без должной очистки, загрязняя окружающие водоёмы токсичными химическими соединениями. Гидроэлектростанции и плотины мешают нормальной миграции рыб.

Безответственное использование атомной энергии приводит к загрязнению окружающей среды радиоактивными веществами. Появление новых городов и накопление промышленных отходов уменьшает площадь лесов, поддерживающих концентрацию кислорода в атмосфере на необходимом для жизни уровне.

Таким образом, во всем мире возникла необходимость наладить разумное использование природных ресурсов. Несмотря на то, что во многих государствах давно приняты законы об охране природы, действенность их остаётся не на должном уровне.

Человечество на протяжении всей своей истории развивалось стихийно, без какого-либо плана. Государства действовали независимо, сообразно собственным интересам или в соответствии с временными договорами и альянсами. Сегодня обстоятельства требуют объединения усилий всех стран для предотвращения экологической катастрофы, возможной, если развитие человечества не подчинится экологическим, экономическим и военным ограничениям. Реализовать такую задачу не просто в силу недостаточности знаний о единственном верном пути развития, из-за экономических, культурных и др. различий государств, а также грандиозности самих преобразований. Действовать необходимо одновременно и на различных уровнях, исходя из понимания, что экономическое развитие должно учитывать социальные ожидания и экологические ограничения.

Осмысление человечеством глобального уровня экологических проблем началось в последней трети XX в. До этого времени экономисты обычно не разделяли понятия «рост» и «развитие». Важная роль в этом направлении принадлежит *Римскому клубу* — международной неправительственной организации, созданной А. Печчеи в 1968 г. с целью

обсуждения и анализа перспектив человечества. Так, доклады Римского клуба положили начало формированию *теории мирового развития*.

Увеличение численности населения земного шара (в настоящее время на Земле проживает более 8,1 млрд человек) может привести к обострению продовольственной проблемы. В докладах Римского клуба прогнозируется кризис энергетических и пищевых ресурсов уже в середине XXI в. Одна из задач современной науки — обеспечить человечество продовольствием. В настоящее время для этого проводятся разнообразные исследования по увеличению продуктивности существующих агроценозов, выведению новых пород животных и сортов растений, использованию морских плантаций в сельском хозяйстве, применению последних достижений генной инженерии и микробиологии.

При этом следует отметить, что любая система способна и должна развиваться. На основе компьютерного моделирования прогнозных сценариев социально-экономического развития человечества в докладе Римскому клубу «Пределы роста» (1972 г.) Д.Х. и Д.Л. Медоуз и др. были отмечены возможные последствия воздействия производства и роста народонаселения на природные системы. В 1973 г. в статье «Экономика будущего космического корабля Земля» К. Боулдинг (США) сделал вывод о том, что в условиях достижения человеческой цивилизацией критических пределов воздействия на природу «... экономические системы должны быть переориентированы от количественного наращивания производства материальных благ к качественному совершенствованию условий социального развития людей».

Полёты человека в космос привели к созданию новой отрасли биологии — *космической биологии*. Помимо исследования возможной жизни на других планетах и в открытом космосе, перед этой наукой ставится много задач прикладного характера: обеспечение человека условиями, необходимыми для жизни в космосе, защита от радиации, проблема приспособления человеческого организма к невесомости и малой подвижности. Многие из этих проблем находят своё решение.

Для сохранения существования в будущем человечества требуется эффективная защита и охрана всех абиотических и биотических компонентов биосферы. Для этого необходимо, чтобы промышленные, строительные и сельскохозяйственные учреждения учитывали в своих проектах, технологиях, разработках средства и методы защиты окружающей среды, баланс природных ресурсов и возможные последствия нарушения равновесия экосистем и природных явлений.

С учётом причинно-следственных связей сохранение и прогрессивное развитие человечества возможно при сохранении условий, в которых оно может существовать и развиваться. Таким условием может быть только одно — сохранение биосферы и локальных экосистем.

Устойчивое развитие (sustainable development) — модель развития общества, его движения вперёд. В этом определении ООН раскрывается главный аспект такого развития человечества — сохранение для будущих поколений всего, что необходимо для удовлетворения их жизненных потребностей. Однако для достижения цели необходимо справиться с войнами и международной конфронтацией, преодолеть социальное расслоение в обществе, следовать принципу равенства, победить коррупцию, утвердить демократию, содействовать образованию. Исходя из этого становится понятным, что экологические и социально-экономические вопросы необходимо рассматривать комплексно. Исторически возникший разрыв между их решением стал главной причиной надвигающегося кризиса в силу множества противоречий между экономическим развитием и сохранением природы.

Устойчивое развитие состоит из трёх *предметных компонентов*: 1) экологической целостности, 2) экологической эффективности экономической деятельности, 3) социальной справедливости; и трёх *институциональных компонентов*: 1) государства, 2) общества, 3) бизнеса. После саммита в Рио-де-Жанейро (1992 г.) государствам было необходимо определить *национальные стратегии* устойчивого развития с учётом социально-экономических и других особенностей. Экологические факторы развития были включены в макроэкономические стратегии развития ряда стран; почти во всех странах по крайней мере одно ведомство было вовлечено в работу по устойчивому развитию.

Стратегия устойчивого экологического развития базируется на следующих принципах:

- «мыслить глобально — действовать локально»;
- *принцип превентивности* (региональное экологическое развитие должно включать прогнозы неблагоприятных экологических тенденций и предусматривать необходимые гарантии);
- *экологический императив* (цели экологического развития первичны по отношению к целям экономического развития);
- *принцип эколого-экономической сбалансированности* (размещение и развитие материального производства на определенной территории должно осуществляться в соответствии с её экологической техноёмкостью; изъятие ресурсов не должно превышать скорости их возобновления, а поступление загрязнений — скорости их уничтожения);
- *принцип распространения научных экологических знаний* (экологическая безопасность тесно связана с уровнем культуры и образования).

Сегодня стратегия устойчивого развития является ориентиром, выражающим основной стереотип экологического мышления, поскольку экологическая политика государств ориентирована на идею устойчивого

развития. Переход от деклараций к практике устойчивого развития предполагает разработку системы специальных *индикаторов* (воздействия, состояния и реагирования) и *индексов* («живой планеты», «экологический след» и др.).

Среди специалистов и учёных реализация устойчивого развития, достигаемая при одновременной устойчивости как социально-экономической системы, так и биосферы, получила название *сильной устойчивости*. В случае, если предполагается достижение относительной устойчивости только социально-экономической системы, — её называют *слабой*.

Основной проблемой обеспечения устойчивого развития является достижение динамического характера устойчивого состояния системы «общество – природа», что в реальных условиях невозможно. Основными *факторами, нарушающими баланс* устойчивого развития, являются:

- *постоянный рост населения*, который всё время увеличивает удельную экологическую нагрузку на локальные экосистемы и биосферу в целом;

- *качественное изменение антропогенных факторов* воздействия, происходящее такими темпами, что компоненты экосистем (экологические виды и их сообщества) не успевают к ним приспособиться;

- *увеличение темпов миграции* населения планеты, которая в результате интенсивного роста коммуникационной, в т.ч. и транспортной, деятельности человека, очень сильно изменяет процессы обмена веществ, энергии и информации (процессы «метаболизма планеты»);

- *увеличение количественного производства энергии* на планете в кон. XX в. и нач. XXI в., что стало представлять реальную угрозу нарушения энергетической системы планеты.

Кроме вышеперечисленных факторов, имеющих постоянный характер, могут возникнуть непредвиденные проблемы, которые условно можно разделить на две группы.

1. *Неантропогенные факторы риска* не зависят от человека, лежат вне сферы его деятельности (фатальная космическая катастрофа, землетрясения, извержения вулканов, естественные изменения климата и др.). Способность спрогнозировать и предотвратить такие риски зависит, главным образом, от уровня развития научно-технического потенциала человечества.

2. *Антропогенные факторы риска* прямо и косвенно зависят от человека (военные конфликты, террористические акты, техногенные катастрофы различного уровня).

Таким образом, систему «общество – природа» можно рассматривать также как триединую систему «человек – экономика – биосфера». При этом необходимо так осуществлять управление для поддержания

относительно неизменного состояния первых двух главных подсистем, чтобы скорость изменения материалоёмкости и энергоёмкости третьей могла обеспечивать жизнеспособность человечества и уменьшалась хотя бы такими темпами, какими растёт население планеты.

1.8. Международное экологическое сотрудничество

Вся природа планеты Земля и околоземного космического пространства в пределах, в которых человек реально воздействует на материальный мир, является *объектом международно-правовой охраны*. В природе как в совокупности субструктур (природные среды — атмосфера, гидросфера и др.) обычно выделяют отдельные элементы и ряд охраняемых объектов — атмосферный воздух, мировой океан, материки и др.

Атмосферный воздух — газообразная оболочка земного шара содержит кислород, азот, углекислый газ, благодаря чему обеспечивается одна из основных физиологических потребностей живых организмов — дыхание, а также ряд процессов обмена веществ в природе.

Понятие «*Мировой океан*» включает все имеющиеся на Земле океаны — Тихий, Атлантический, Индийский, Северный Ледовитый и Южный, а также все связанные с ними моря. Не относятся к Мировому океану изолированные акватории, находящиеся внутри материков.

Под *материками* понимается весь природный комплекс, прочно связанный с сухопутной поверхностью Земли, то есть почвы, недра земли, водные ресурсы, растительный и животный мир. В последние годы получили самостоятельное признание в качестве охраняемых объектов международные реки и другие материковые водоёмы, мигрирующие животные, которые проводят отдельные периоды жизни на территории различных стран и в международных пространствах, другие природные богатства, принадлежащие двум или нескольким странам.

Космос — всё материальное пространство, лежащее за пределами Земли и её атмосферы. Космическое пространство бесконечно. При современном уровне развития производительных сил, который определяет характер проникновения человека в космос, в международно-правовой охране нуждается лишь часть космоса, а именно, *околоземное космическое пространство*, естественный спутник Земли — Луна, планеты Солнечной системы, поверхности которых могут достигать космические корабли.

Все природные объекты с учётом различий в их правовом режиме подразделяются на находящиеся под национальной юрисдикцией или контролем отдельных государств — внутригосударственные природные объекты и находящиеся вне национальной юрисдикции или контроля — международные, интернациональные природные объекты.

В *системе объектов* международного правового регулирования можно выделить несколько категорий: международные природные объекты и ресурсы, находящиеся за пределами национальной юрисдикции (открытое море, Антарктида, космическое пространство, морское дно за пределами континентального шельфа); природные объекты и ресурсы, разделяемые двумя и более государствами (пограничные реки и озера, пограничные природные комплексы или месторождения природных ископаемых, популяции мигрирующих животных); национальные природные объекты и ресурсы (например, озеро Байкал), которые имеют статус всемирного природного наследия в соответствии с Конвенцией об охране всемирного природного наследия.

Субъектами международных экологических правоотношений являются государства, международные правительственные и неправительственные организации, а также, в предусмотренных международными правовыми нормами случаях, юридические и физические лица, оказывающие воздействие на состояние окружающей среды в международных масштабах. В общем случае отдельные граждане государств не наделяются правами и обязанностями в рамках международного экологического права.

Положения международного экологического права требуют переложения (трансформации) в национальное право, чтобы обрести непосредственное влияние на отдельных граждан. Обычно такая трансформация происходит на основе решений законодательных органов государств.

Природоохранные проблемы не знают национальных границ. Через границы государств воздушные массы переносят десятки тысяч тонн загрязняющих веществ, некоторые из которых, например, оксиды азота и серы, являются источниками кислотных дождей, уничтожающих огромные площади зелёных насаждений. Трансграничные реки, протекающие по территории нескольких стран, переносят загрязнения из одной страны в другую. Загрязнение Мирового океана и массовое сжигание органического топлива нашли своё отражение в нарушении газового баланса атмосферы. При этом страдают не только виновники этих изменений в окружающей среде, но и всё население земного шара. С этой точки зрения экологические проблемы — объект рассмотрения для учёных, практиков и широкой общественности во всём мире, в связи с чем они являются международными и для своего разрешения требуют *международного сотрудничества*.

Большая часть природных ресурсов, таких как вода, полезные ископаемые, леса и др. распределены неравномерно. Без взаимовыгодного обмена ресурсами, сырьём и товарами между государствами даже самое

большое и обеспеченное природными богатствами государство не сможет успешно развиваться.

Формами международного экологического сотрудничества являются: организация научных и практических встреч, создание целевых и многосторонних международных организаций, координирующих общие усилия по охране (защите) природы, составление официальных договоров и соглашений, а также деятельность международных общественных партий и организаций.

Осознание опасности масштабов происходящих негативных изменений на планете привело к заключению более 350 многосторонних и 1000 двусторонних договоров по охране окружающей среды. Международно-правовые акты затрагивают не только вопросы загрязнения, но и регуляцию процессов, отрицательно влияющих на естественное состояние Земли.

История международного экологического сотрудничества началась почти 150 лет тому назад, когда Австро-Венгрия и Италия подписали *Декларацию об охране птиц* (1875 г.). В 1897 г. Россия, Япония и США составили соглашение о совместном использовании и охране морских котиков в Тихом океане.

В 1960–70 гг. репутацию пионера в области защиты окружающей среды заслужила Швеция, став первой страной, учредившей в 1967 г. Управление по охране окружающей среды. Именно здесь в 1972 г. проходила первая конференция ООН, посвящённая вопросам окружающей среды. Так, следующей вехой международного экологического сотрудничества стала *Стокгольмская конференция* по проблемам окружающей человека среды. Содержание принятой *Декларации принципов* отличалось общецивилизационной доминантой: в основных принципах были сконцентрированы идеи свободы, равенства, мира, борьбы с бедностью, тревоги о сохранении природы для будущих поколений. Впервые понятия «экология» и «глобалистика» прозвучали вместе.

С этого времени происходит формирование *глобальной экологии* как самостоятельной междисциплинарной области знаний. Естественно-научной основой глобальной экологии по праву считают *учение о биосфере* русского учёного В.И. Вернадского (1863–1945 гг.), труды которого сыграли огромную роль в развитии данного направления. Результатом конференции в Стокгольме также стало создание *Программы ООН по окружающей среде* (ЮНЕП) — ведущего международного органа по охране и защите окружающей среды, сохранению природных ресурсов и решению современных экологических проблем.

Согласно ст. 192 *Конвенции ООН по морскому праву* (1982 г.) государства обязаны защищать и сохранять морскую среду. В

соответствии со ст. 194 государства должны принимать все меры, которые необходимы для предотвращения и сохранения под контролем загрязнения морской среды из любого источника. Они сотрудничают на всемирной или региональной основе непосредственно или через компетентные международные организации в формулировании и разработке международных норм, стандартов и рекомендуемой практики, и процедур.

Помимо универсальных конвенций, распространяющихся на Мировой океан в целом, имеется большое число специальных международных документов, регламентирующих предотвращение загрязнения конкретных морских пространств. Положения *Конвенции об открытом море* (1958 г.), конкретизированные в *Конвенции ООН по морскому праву* (1982 г.), в частности, регламентируют вопросы предотвращения загрязнения с судов.

Важные усилия в поиске путей контроля выбросов парниковых газов были предприняты международным сообществом для защиты озонового экрана. Главными международными документами стали *Монреальский протокол* (1987 г.), который подписали 150 стран, и *Венская конвенция об охране озонового слоя* (1985 г.). В документах чётко указано, что запрещаются какие-либо торговые операции с веществами, разрушающими озон, между странами, подписавшими и не подписавшими документ.

В 1992 г. состоялась *Конференция ООН по окружающей среде и развитию* (Рио-де-Жанейро), в которой приняли участие 178 государств, — одно из ключевых событий в развитии международного экологического сотрудничества. Более 100 глав государств и правительств сочли необходимым выступить на этом мероприятии. Главные документы саммита: *Декларация* (отразила эволюцию мировых представлений по экологическим вопросам), *«Повестка дня на XXI в.»* (план действий по достижению экологически устойчивого развития), *Рамочная конвенция по изменению климата* и *Конвенция по биологическому разнообразию*. В «Повестке...» содержались рекомендации каждой стране разработать национальную стратегию устойчивого развития на основе экономических, социальных и экологических планов, обеспечивая их согласованность.

Основные концептуальные подходы, изложенные в этих документах, нашли своё отражение в разработке стратегических планов и действий каждого из государств с учётом тех приоритетных эколого-экономических и эколого-социальных проблем, решение которых позволило бы им выйти на уровень устойчивого развития.

Швеция также была одним из первых государств, подписавших и ратифицировавших *Киотский протокол* — международное соглашение, заключённое с целью сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу Земли для противодействия глобальному потеплению. Являясь

дополнительным документом к Рамочной конвенции ООН об изменении климата (1992 г.) протокол был принят в японском городе Киото в 1997 г. и вступил в силу в 2005 г. Главная цель соглашения: стабилизировать уровень концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему планеты. Насчитывалось 192 участника Киотского протокола (191 государство и Европейский союз), при этом США подписали, но не ратифицировали документ, Канада официально вышла из него в 2012 г.

Протокол основан на принципе общей, но дифференцированной ответственности: в нём признаётся, что страны имеют неодинаковые возможности в борьбе с изменением климата в связи с разным уровнем экономического развития, и поэтому он налагает обязательство сократить текущие выбросы в развитых странах и странах с переходной экономикой в соответствии с установленными количественными обязательствами на основании того, что они несут историческую ответственность за нынешний уровень парниковых газов в атмосфере. Кроме того, для каждой страны была установлена квота на выбросы парниковых газов. В том случае, если государство выбрасывает в атмосферу парниковых газов меньше выделенной квоты, оно может продать излишки другому государству.

Правовое закрепление активного участия гражданского общества в решении вопросов сохранения природной среды выразилось в принятии Конвенции о доступе к информации, участия общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по всем вопросам, касающимся окружающей среды (*Орхусская конвенция*, 1998 г.).

В последние десятилетия значительно возрастает интерес и активность гражданского общества, неправительственных организаций в отношении охраны окружающей среды. Одно из направлений работы — участие *неправительственных организаций и деловых кругов* в работе Организации Объединённых Наций. Глобальный договор ООН (Доклад ООН, 2004 г.), предусматривает их обязательства способствовать предупреждению негативных воздействий на окружающую среду, повышение ответственности за её состояние, развитие и распространение чистых технологий.

В рамках ежегодных конференций ООН по изменению климата проводились переговоры о мерах, которые должны быть приняты после окончания второго периода действия обязательств в 2020 г. Это привело к принятию *Парижского соглашения* (2015 г.), которое является отдельным документом Рамочной конвенции ООН по изменению климата, а не поправкой к Киотскому протоколу. Целью соглашения является «активизировать осуществление» указанной конвенции, в частности,

удержать рост глобальной средней температуры «намного ниже» 2 °С и «приложить усилия» для ограничения роста температуры величиной 1,5 °С. Страны-участники определяют свои вклады в достижение декларируемой общей цели в индивидуальном порядке, пересматривают их один раз в пять лет. По Парижскому соглашению Россия, например, должна достичь к 2030 г. выбросов парниковых газов не более 70 % от уровня 1990 г.

В последние десятилетия принято множество универсальных и региональных международно-правовых актов в области охраны окружающей среды. Контроль за их реализацией на внутригосударственном уровне носит спорадический характер, международные контрольные органы не в состоянии добиться их эффективности. На международных встречах высказываются суждения о повышении роли *Программы ООН по окружающей среде* (ЮНЕП) и создании специального органа в рамках ООН, наделённого полномочиями, обязательными для выполнения государствами.

В современных условиях решение проблемы обеспечения экологической безопасности становится важнейшим фактором для всех государств, независимо от степени их развития. Экономическая политика стран не должна игнорировать те общие требования, которые сформулированы в международных актах об охране окружающей среды, принятых в основном во второй пол. XX и в нач. XXI в.

Гармонизация международных отношений и международное сотрудничество в сфере экологии — рассматривается как одно из основных направлений выхода мирового сообщества из экологического кризиса, преодоления глобальных проблем и перехода к устойчивому развитию. Реализовать стратегию выхода из кризиса можно лишь путем согласованных действий на строгой международно-правовой основе. Экология становится одним из приоритетов глобальной системы международных отношений, в связи с чем, в перспективе, предполагалось создание даже наднациональных органов, управляющих природоохранной деятельностью и природопользованием во всех государствах и регионах.

Международные организации, занимающиеся вопросами окружающей среды, можно разделить на пять категорий:

1) *специализированные учреждения ООН* — ЮНЕСКО (учреждение по вопросам образования, науки и культуры), ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация), ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), МОТ (Международная организация труда), ВМО (Всемирная метеорологическая организация), ИМО (Международная морская организация);

2) *программы и комиссии ООН* — ЮНЕП (Программа по окружающей среде), КУР (Комиссия по устойчивому развитию), МГП

(Международная гидрологическая программа), ВСОП (Всемирная стратегия охраны природы), Программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера», ВКП (Всемирная климатическая программа);

3) *межправительственные экологические организации* — МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии), ВСП (Всемирная служба погоды), МСОП (Международный союз охраны природы и природных ресурсов), ЮНИСЕФ (Чрезвычайный фонд помощи детям при ООН);

4) *международные региональные экологические организации* — Региональный центр по окружающей среде для Центральной и Восточной Европы, Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана, Европейское агентство по окружающей среде, Международный экологический совет Содружества Независимых Государств, Европейское экономическое сообщество, Хельсинкский комитет по охране Балтийского моря, Азиатско-Африканский юридический консультативный комитет и др.;

5) *неправительственные международные организации* — МЗК (Международный зеленый крест), МЭС (Международный экологический суд), МЮО (Международная юридическая организация), Римский клуб, а также признанный иностранным агентом Всемирный фонд дикой природы (WWF), финансирующий деятельность иностранных агентов «Гринпис» и др. Деятельность ряда неправительственных организаций официально признана нежелательной в России.

1.9. Формирование нового экологического сознания

Важный аспект преодоления экологического кризиса современности и перехода к устойчивому развитию принадлежит *эколого-просветительскому направлению*. Его смысл состоит в развитии экологического образования, просвещения и воспитания для решения главной задачи — перестройки общественного экологического сознания, изменения образа жизни человека и его нравственности. Стратегия преодоления экологического кризиса должна иметь не только научно-техническую и правовую, но и нравственную составляющую.

Общественно-экологическое сознание существовало всегда, на всех этапах исторического развития человечества, объективно отражая существующие на данный момент представления о взаимоотношениях общества и природы. Складывающийся тип экологического сознания определял поведение людей при их взаимодействии с природой. К настоящему времени во всех сферах общественной деятельности прочно утвердилось представление о «человеческой исключительности» и освобожденности от подчинения экологическим закономерностям.

По мнению многих ученых, *антропоцентрический тип* экологического сознания — одна из причин экологического кризиса. Этому типу характерно: признание человека высшей ценностью, когда природа объявляется его собственностью; иерархическая картина мира (на вершине человек, затем созданное человеком и только потом объекты природы); цель взаимодействия с природой — удовлетворение потребностей человека (использование природы); этические нормы распространяются только на мир людей, но не на мир природы (*прагматический императив*); развитие природы мыслится как процесс, подчиненный развитию человека.

В эпоху бурного развития промышленности в научных кругах широкое распространение получили теории, по-своему истолковывавшие ход эволюционного развития биосферы и, в итоге, способствовавшие разрыву общества и природы (Б. Спиноза, Р. Декарт, Г. Гегель, Ф. Ницше и др.). Звучали призывы *сделаться властелинами природы*, утверждалась незыблемость и предопределенность гармонии общества и природы. Вместе с тем существовали представления, согласно которым *человек и природа едины* и неотделимы друг от друга. Заметное влияние на развитие взглядов о взаимодействии общества и природы оказали воззрения, изложенные К. Марксом и Ф. Энгельсом в трудах «Капитал» и «Диалектика природы», где подчеркивалось, что *человек не в состоянии отменить или изменить законы природы*, поскольку они объективны и действуют помимо его воли. Господство человека над природой рассматривалось как деятельность, основанная на *использовании законов природы*.

Прагматический подход к природопользованию со временем изменился. Первые идеи о необходимости сохранения природных ресурсов для будущих поколений (вторая пол. XIX в.) нашли своё отображение в рамках *инвайронментального консервационизма* (Б. Фернау, Дж. Пиншо, Дж. Пауэлл).

Необходимость новых моральных принципов взаимодействия общества и природы, основанных на признании цивилизации восстанавливающей, а не эксплуатирующей, была обоснована в рамках *русского космизма* (вторая пол. XIX — первая пол. XX в.) — религиозно-философского течения, рассматривающего человека и всего, что его окружает, как части единого космоса (Н.Ф. Фёдоров, К.Э. Циолковский, Н.Г. Холодный, А.Л. Чижевский, В.С. Соловьев, Н.А. Бердяев и др.). Четкое обоснование единства человека и биосферы и неизбежность её превращения в сферу разума, — *ноосферу*, было сделано В.И. Вернадским.

Промежуточным этапом на пути формирования нового экологического сознания следует считать такие философские течения как *универсальная этика* (А. Швейцер, М. Ганди и др.) и *биоцентризм* (этика

дикой природы). В их основе «благоговение перед жизнью», равенство в своей самоценности всех живых существ, признание совершенства и духовности природы, отказ от прагматического подхода в отношении к ней.

Вся сложная и противоречивая история развития мировоззренческих представлений о взаимодействии общества и природы свидетельствует о движении человечества к новому типу экологического сознания — *экоцентризму*, к пониманию необходимости *коэволюции* человека и биосферы. В последние годы разрабатываются основные экологические положения и принципы, которые должны соблюдаться на всех уровнях жизни человека — от индивидуального до общечеловеческого. Среди них значительный интерес представляют положения *биосферной этики* (Ф.Я. Шипунов, 1990 г.), которые сводятся к уважению ко всему живому, к природе и космосу.

Таким образом, *экоцентризм* характеризуется следующими основными особенностями: высшую ценность представляет гармоничное развитие человека и природы; отказ от иерархической картины мира; цель взаимодействия с природой — максимальное удовлетворение как потребностей человека, так и потребностей всего природного сообщества; характер взаимодействия с природой определяется *экологическим императивом* (правильно и разрешено только то, что не нарушает существующее в природе экологическое равновесие); этические нормы и правила равным образом распространяются как на взаимодействие между людьми, так и на взаимодействие с миром природы; развитие природы и человека мыслится как процесс взаимовыгодного единства.

Экологическое образование — непрерывный процесс обучения, самообразования, накопления опыта и развития личности, направленный на формирование ценностных ориентаций, норм поведения и получение специальных знаний по охране окружающей природной среды и природопользованию, реализуемых в экологически грамотной деятельности. Это наименее затратный путь предотвращения экологической катастрофы и перехода к устойчивому развитию. Вместе с социально-гуманитарным образованием экологическое образование в современных условиях призвано способствовать формированию у людей нового экологического сознания, помогать им в усвоении таких ценностей, профессиональных знаний и навыков, которые содействовали бы выходу из экологического кризиса и движению общества по пути устойчивого развития. Действующая система экологического образования должна носить непрерывный, комплексный, междисциплинарный и интегрированный характер, с дифференциацией в зависимости от профессиональной ориентации. Одним из важнейших направлений экологического образования является содействие становлению новой

этики, необходимой для пересмотра взаимоотношений общества и природы.

Обучение экологическим нормам на практике в процессе развития личности на основе подражания экологически взвешенным установкам и поведению в обществе называют *экологическим воспитанием*. По Н.Ф. Реймерсу (1992 г.), оно достигается с помощью комплекса природоохранного и экологического обучения, включающего воспитание в узком смысле слова, школьное и вузовское экологическое просвещение, пропаганду экологического мировоззрения. Экологическое воспитание должно базироваться на основном постулате о том, что в современных условиях *выход из экологического кризиса возможен*.

Распространение экологических знаний и опыта, способствующих формированию экологической культуры, называют *экологическим просвещением*. При этом *экологическая культура* является высшей стадией экологизации общественного сознания. Это наследуемый опыт жизнедеятельности человека в его взаимодействии с окружающей природной средой, способствующий здоровому образу жизни, устойчивому социально-экономическому развитию, экологической безопасности страны и каждого человека.

Экологическая культура тесно связана с другими составляющими культуры, обусловлена мировоззренческой ориентацией человека, особенностями исповедуемой им морали, укоренившимися в его личности этическими нормами поведения. Воспитание, образование и просвещение совместно призваны способствовать формированию высокой экологической культуры в обществе.

1.10. Мониторинг окружающей среды

Неутешительные последствия хозяйственной деятельности человека для биосферы являются объективной реальностью, однако отрицательные результаты антропогенного влияния не должны признаваться неизбежными. Ухудшение состояния окружающей среды, прежде всего, связано с потребительским подходом и нерациональным использованием природных ресурсов, с ошибками в эколого-экономической политике, с низким уровнем внедрения технологий, а также с пренебрежением к изучению последствий антропогенного влияния на природу. Таким образом, чрезвычайно важным для решения накопившихся противоречий и долгосрочного прогнозирования качества окружающей среды в сложившейся ситуации является контроль текущего состояния и определения тенденций её изменения.

Важнейшим вопросом стратегии регулирования качества окружающей среды является вопрос создания системы, способной определить наиболее критичные источники и факторы антропогенного воздействия на здоровье населения и природную среду, выделить наиболее уязвимые элементы и звенья биосферы, подверженные такому воздействию. Такой системой называют систему мониторинга антропогенных изменений окружающей среды, которая способна представить необходимую информацию для принятия решений соответствующими службами, ведомствами, организациями.

Мониторинг — наблюдение за состоянием окружающей среды (атмосферы, гидросферы, почвенно-растительного покрова, а также техногенных систем) с целью её контроля, прогноза и охраны. Различают глобальный региональный и локальный уровни мониторинга.

В 1974 г. в Найроби была образована межправительственная комиссия по системе организации мониторинга, разработана первая схема организации мониторинга антропогенных загрязнителей. Тогда же был уточнён список наиболее опасных загрязнителей для их учёта при организации мониторинга. Загрязнители оценивались по различным критериям, в том числе по воздействию на здоровье человека; влиянию на климат или экосистемы; склонности к разрушению в природной среде; способности накапливаться в пищевых цепях; возможности химической трансформации во вторичные токсические или мутагенные вещества и др.

В настоящее время в России функционирует *Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ)* — система, обеспечивающая информационное управление в области охраны окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов, экологически безопасное устойчивое развитие страны и её регионов. Информацию системы используют органы государственной власти и управления, другие заинтересованные организации, предприятия и учреждения для принятия обоснованных решений и информирования населения.

Для обеспечения необходимого и достаточного контроля над источниками антропогенного загрязнения вод, воздуха и почв на базе сети специализированных инспекций аналитического контроля создана система экологического аналитического контроля, которая охватывает все субъекты Российской Федерации на всех уровнях — республиканском, краевом, областном, городском, межрайонном и т.д.

Задачи и цели мониторинга окружающей среды включают:

- наблюдение за состоянием окружающей среды;
- выявление факторов и источников антропогенного воздействия на окружающую среду;

– определение степени антропогенного воздействия на окружающую среду;

– оценку и прогнозирование состояния окружающей среды.

Наблюдение за состоянием окружающей среды представляет собой сбор информации о фактическом состоянии объектов окружающей среды; об источниках загрязнения; об основных изменениях в состоянии окружающей среды под воздействием загрязнителей. В соответствии с целями и задачами мониторинга сбор информации о состоянии окружающей среды относится к системе так называемого *диагностического мониторинга*, который служит основой для оценки наблюдаемых изменений, составления прогнозов возможных изменений окружающей среды, предотвращения отрицательных последствий антропогенного воздействия на окружающую среду и разработку стратегии оптимальных взаимоотношений общества и природы.

Алгоритм технологии мониторинга окружающей среды можно представить следующим образом: измерение — анализ — описание — моделирование — оптимизация. Представленный алгоритм действий характерен для любого вида мониторинга окружающей среды.

Существует понятие *общего мониторинга*, объектом исследования которого является многокомпонентная совокупность природных явлений, подверженная многообразным естественным динамическим изменениям и испытывающая разнообразное воздействие, и преобразование её человеком. Для конкретизации действий и удобства рассмотрения общий мониторинг подразделяется на следующие блоки:

- биоэкологический;
- геоэкологический;
- биосферный.

В каждый из этих блоков могут быть включены определённые виды мониторинга в зависимости от конкретных объектов наблюдения. Между отдельными видами мониторинга не всегда возможно провести чёткую грань, поскольку отдельные виды мониторинга могут быть использованы другими или входят в их структуру.

В наши дни наибольшую актуальность приобретает *мониторинг антропогенных изменений*, так как именно техногенное воздействие человека на окружающую среду приносит опасные изменения в экологические системы, ландшафты, природные комплексы. Основой для этого служит *фоновый мониторинг* в неизменённых природных комплексах.

Исключительно важное значение имеют результаты фонового мониторинга в процессе *биосферного мониторинга*, предназначенного для определения глобально-фоновых изменений в окружающей среде под усиливающимся антропогенным воздействием. Неотъемлемой частью

биосферного мониторинга являются *биосферные заповедники*, позволяющие поддерживать стратегию биоразнообразия.

Эффективность мониторинга окружающей среды во многом зависит от научного обоснования его теоретических и методологических основ, критериев оценки различных факторов и показателей антропогенных изменений и нарушений в биосфере. Решение этих вопросов существенно повысит уровень практической значимости результатов, полученных в процессе реализации программ мониторинга окружающей среды.

Контрольные вопросы и задания

1. Сформулируйте понятие современной экологии, определите её предмет.
2. Почему концепцию экосистемы называют одним из наиболее важных обобщений в биологии?
3. Что такое среда обитания и какие экологические факторы вам известны?
4. Как современная экология представлена в системе наук, каковы её структура и основные направления?
5. Назовите основные этапы формирования экологии как науки и укажите, в чём особенность современных экологических исследований?
6. Назовите методы экологических исследований.
7. Перечислите основные задачи экологического мониторинга.
8. Сформулируйте закон внутреннего динамического равновесия. В чём его значение?
9. Сформулируйте закон (правило) минимума Ю. Либиха. В чём его значение?
10. Сформулируйте закон толерантности В.Э. Шелфорда. В чём его значение?
11. Сформулируйте закон обеднения разнородного вещества в островных его сгущениях (закон Г.Ф. Хильми). В чём его значение?
12. Как соотносятся закон ограниченности природных ресурсов и правило одного процента?
13. Сформулируйте закон пирамиды энергий (правило Р.Л. Линдемана). В чём его значение?
14. Сформулируйте правило обязательности заполнения экологических ниш. В чём его значение?
15. Сформулируйте правило «мягкого управления природой». В чём его значение?
16. Охарактеризуйте биосферу как область взаимодействия общества и природы.
17. В чём кроется взаимная обусловленность процессов живой и неживой природы?
18. Как происходит круговорот веществ в природе?
19. Раскройте суть концепции ноосферы.
20. На чём строится концепция планетарных границ?
21. Назовите известные вам виды антропогенных воздействий на биосферу.
22. Каковы современные представления о глобальных экологических процессах?
23. Охарактеризуйте глобальные проблемы человечества. Какова их современная типология?
24. Проанализируйте локальный, региональный и глобальный уровень экологической проблемы на конкретных примерах.
25. Что такое глобальное загрязнение окружающей природной среды и каковы его последствия?

26. Определите проблемы и сформулируйте пути сохранения биоразнообразия и генофонда биосферы.
27. Чем представлен природно-заповедный фонд и в чём его значение?
28. Какие существуют пути преодоления экологического кризиса современности?
29. Какова роль Римского клуба в планировании развития мирового сообщества и в решении глобальных проблем человечества?
30. Сформулируйте перспективы устойчивого развития общества и природы.
31. На чём строится стратегия устойчивого экологического развития?
32. Какие природные объекты подлежат международно-правовой охране?
33. Каково значение ключевых международных конференций по вопросам окружающей среды и развитию, проводимых ООН?
34. Охарактеризуйте роль научного наследия В.И. Вернадского в формировании такой междисциплинарной области знаний как глобальная экология?
35. Что предусматривает международное сотрудничество в сфере экологии?
36. На какие категории можно разделить международные организации, занимающиеся вопросами экологии?
37. Раскройте содержание понятий «прагматический императив» и «экологический императив».
38. В чём состоят основные отличия экоцентрического и антропоцентрического типов общественного сознания?
39. Какова роль представителей «русского космизма» в становлении представлений о человеке и окружающем его мире?
40. Какое место отводится положениям биосферной этики в формировании общественного сознания?
41. Что понимают под экологическим образованием, воспитанием и просвещением?
42. Сформулируйте основные направления формирования экологической культуры.

Глава 2

ЭВОЛЮЦИЯ ОТНОШЕНИЙ В СИСТЕМЕ «ОБЩЕСТВО – ПРИРОДА»

2.1. Природные основы общественной жизни

Прежде чем рассматривать сложную проблему взаимосвязи общества и природы, тенденций в их взаимоотношениях, следует определить ключевые понятия. В широком понимании *природа* — это весь окружающий человека мир во всем бесконечном многообразии его проявлений. Природа представляет собой объективную реальность, которая существует вне и независимо от сознания человека.

В философских воззрениях на природу, её сущность, можно выделить две противоположные точки зрения. Одна из них рассматривает природу лишь как хаос, царство слепых стихийных сил, случайности. Другая исходит из того, что в природе господствуют естественная необходимость и строгие закономерности. *Эволюция философских представлений* о природе определялась степенью развития самого общества, а также господствовавшими в то или иное время экономическими, политическими, религиозными и иными воззрениями.

В соотношении с понятием «общество», под природой понимают весь материальный мир, за исключением общества, как совокупность естественных условий его существования. *Общество* как форма совместной жизнедеятельности людей является обособившейся частью природы, которая, в то же время, неразрывно с ней связана.

Важное значение в жизни человеческого общества играет *окружающая среда*. Она включает в себя, помимо поверхности Земли и её недр, также часть Солнечной системы, попадающей или могущей попасть в сферу деятельности человека. В структуре окружающей среды выделяют две важнейшие составляющие: *естественную* (геосферы, включая биосферу) и *искусственную* (техногенная, социальная) среды обитания.

Географическая среда — растительный и животный мир, вода, почва, атмосфера Земли — это та часть природы, которая вовлечена в сферу жизни общества, в его производственный процесс. Она оказывает существенное влияние на самые различные стороны общественной жизни и, прежде всего, на развитие материального производства.

Жизненная среда человека — это весь комплекс предметов и явлений окружающей природной и социальной действительности, с которыми человек взаимодействует на протяжении жизни. Этот тип среды, включая её разновидности (социально-бытовая, производственная и рекреационная), становится сегодня объектом интереса многих

исследователей, в первую очередь в области антропоэкологии и социальной экологии.

В соответствии с концепцией *географического (космического) детерминизма* процесс общественного развития рассматривается не как результат проявления объективных закономерностей развития общества, а как следствие влияния природных сил. По мнению представителей этого направления (Ш.Л. де Монтескьё, Л.И. Мечников, Л.Н. Гумилёв, А.Л. Чижевский), естественные факторы (солнечная активность, рельеф, климат, почва, растительный, животный мир и т.д.) способны непосредственно определять характер общественного строя, уровень хозяйственного развития государств, физические и психологические черты людей, их способности, наклонности и темперамент. Социально-экономические явления представители географического детерминизма ставили в решающую зависимость от географических факторов.

По сегодняшним представлениям человечество, несмотря на всю свою мощь и независимость, является составной частью и продолжением эволюции природы. Природа — это естественная основа жизнедеятельности человека и общества в целом. *Вне природы человек не существует и существовать не может.* Зависимость материального производства и жизни общества от природы в свою очередь накладывает определенные ограничения на деятельность человека. Они касаются, прежде всего, разумного, рационального воздействия общества на природу в процессе общественной жизнедеятельности. Взаимодействие общества с природой имеет для человека не только утилитарное, производственное значение, но также и оздоровительное, нравственное, эстетическое и научное.

По И.Т. Фролову (1985 г.) *человек* — это субъект общественно-исторического процесса, развития материальной и духовной культуры на Земле, биосоциальное существо, генетически связанное с другими формами жизни, но выделившееся из них благодаря способности производить орудия труда, обладающее членораздельной речью и сознанием, творческой активностью и нравственным самосознанием.

Биосоциальная природа человека отражается в том, что его жизнь определяется единой системой условий, включающей в себя как биологические, так и социальные элементы. Это вызывает необходимость не только биологической, но и социальной адаптации. Общим свойством среды с точки зрения соответствия её биосоциальным требованиям человека, выступают понятия *комфортности*, а также *дискомфортности* или *экстремальности* (обусловлены патогенностью, загрязнённостью и т.п.).

Биологическая адаптация человека отличается от таковой в животном мире, так как стремится сохранить не только его биологические, но и социальные функции при возрастающем значении социального

фактора. Сложная социальная организация и трудовая деятельность человека в значительной мере снимают биологические, в том числе этологические свойства организма.

Первоначально появившись в рамках физиологии, термин «адаптация» стал применяться и для описания широкого круга явлений и процессов в естественных, технических и гуманитарных науках, положив начало формированию группы понятий и терминов, отражающих различные стороны процесса приспособления человека к условиям окружающей его среды.

Говоря о *разновидностях адаптации*, выделяют адаптацию генетическую, генотипическую, фенотипическую, климатическую и социальную. Способы адаптации общества (человека) к изменяющимся условиям существования в антропоэкологической и социально-экологической литературе обозначаются как *адаптивные стратегии*.

2.2. Этапы формирования глобальной социально-экологической системы

Многokrатно возросшая за последние полтора века мощь современной цивилизации стала опасной для общества и для всей природы на Земле. Впервые в истории обществу пришлось учиться просчитывать возможные катаклизмы, порождённые его созидательной и разрушительной деятельностью. Для решения обострившихся вопросов обществу недостаточно разрозненных знаний по экологии, экономике и праву. В этой связи возникла необходимость создания новых междисциплинарных направлений и курсов для специалистов в области как естественных, так и общественных наук, сосредоточенных на проблемах взаимодействия общества и природы, в частности на обеспечении устойчивого существования человечества.

Часть современной экологии, призванная объяснить и спрогнозировать основные тенденции развития, структуру и закономерности взаимодействия общества и природы, получила название — «*социальная экология*». Кроме того, существует достаточно чётко обозначенная научная дисциплина — «*экология человека*» или «*антропоэкология*», внутреннюю структуру которой составляют несколько разделов, среди которых важное место занимает раздел «социальная экология». Социальная экология как часть антропоэкологии — это объединение научных отраслей, изучающих связь общественных структур (начиная с семьи) с природной и социальной средой их окружения. Таким образом, в антропоэкологических исследованиях существует раздел, разрабатывающий социальные аспекты экологии человека, и между

социальной экологией и социальными аспектами экологии человека можно поставить знак равенства.

Для обстоятельного осмысления взаимодействия общества и природы необходимо рассмотреть *исторический* (обстоятельства возникновения, этапы и перспективы развития) и *онтологический* (сущность, основы, структура) *аспекты* существующих между ними связей, а также усвоить основные *экологические законы* (см. пункт 1.2), регулирующие особенности возникающих взаимоотношений.

Общество и природа — это два основных компонента одной *социоприродной системы*; сегодня их взаимосвязь становится более актуальной и чётко структурированной. Взаимодействие общества и природы относится к числу вечных проблем. Эта проблема актуальна, пока существует общество, она возникает и решается по-новому в каждую историческую эпоху. Сегодня человечество стало главной силой в процессах миграции вещества и энергии на поверхности нашей планеты, и эта тенденция будет только нарастать.

Этапы эволюции взаимоотношений общества и природы (эпохи) включают в себя: 1) непосредственное единство человека с природой и становление трудовой деятельности (изготовление из природных тел орудий как первый способ целенаправленного преобразования окружающей среды); 2) переход к охоте в процессе совершенствования создаваемых для этого орудий и развития общественных форм жизни (охотничье-собирательская культура); 3) переход в результате неолитической революции к земледельческо-скотоводческому хозяйству, то есть к аграрной культуре (выращивание растений и одомашнивание животных; появление гужевого транспорта, ремёсел, мануфактур и городов); 4) переход в результате промышленной революции к главенству индустриального производства (индустриальное общество) и развитию техники как эффективного способа преобразования природы (век пара и электричества; вовлечение в хозяйственный оборот огромного количества природных ресурсов, появление ядерной энергетики; развитие городов, средств связи и науки); 5) переход техногенной цивилизации к главенству производства информации, начало гармонизации взаимоотношений постиндустриального общества и природы в процессе создания экологической цивилизации.

Сегодня основными *формами взаимодействия общества и природы* являются: природопользование, охрана окружающей природной среды и обеспечение экологической безопасности. Процесс взаимодействия общества и природы начался с момента появления человека на Земле. С историческим процессом развития таких взаимоотношений тесно связан процесс формирования и развития на нашей планете глобальной социозкосистемы.

Социоэкосистема (система «человек – общество – природа») — основное понятие социальной экологии, в котором обозначается взаимодействие общества и природы («место-развития») как единого целостного комплекса. В формировании такой системы выделяют три этапа. При этом принимается во внимание тот факт, что человеческое общество, несмотря на территориальную неоднородность и неравномерность развития, представляет собой единую систему с общими закономерностями развития, суммарно влияющую на биосферу Земли.

На *первом этапе* формирования глобальной социально-экологической системы, длившемся со времени возникновения человечества и до начала эпохи позднего палеолита, общество и природа в совокупности представляли собой функционально незамкнутую глобальную социоэкосистему (рис. 2.1), в которой слабые антропогенные воздействия не вызывали существенных изменений в окружающей природной среде.

В тот период у человека, который является биосоциальным существом, ещё превалировало биологическое начало и пользующиеся примитивными орудиями труда первобытные люди естественным образом были встроены в природные экосистемы, не нарушая их динамического равновесия.



Рис. 2.1. Схема функционально незамкнутой глобальной социально-экологической системы

На *втором этапе* формирования глобальной социально-экологической системы (ок. 40 тыс. лет: нач. позднего палеолита – сер. XX в.) глобальная социоэкосистема становится частично функционально замкнутой (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Схема частично функционально замкнутой глобальной социально-экологической системы

Воздействие человека, масштабы которого по мере развития общества непрерывно возрастали, начали вызывать определенную, хотя и территориально ограниченную и не всегда адекватную реакцию природной среды. При этом всё же не нарушалось динамическое равновесие биосферы в целом. На этой стадии человек уже оказался причиной вымирания некоторых видов растений и животных, а также разрушения природных экосистем на значительных территориях.

Важно отметить, что обратные реакции природной подсистемы на антропогенные воздействия существенно влияли на развитие человеческого общества. Так, истребление крупных видов животных вынудило людей перейти к собирательству и охоте на мелких животных, а затем к скотоводству и земледелию, вследствие чего палеолитическая эпоха сменилась мезолитической, а затем неолитической. Второй крупный конфликт между обществом и природой, повлиявший на развитие человечества, произошёл уже в историческое время, когда быстрое развитие древних цивилизаций, сопровождающееся массовой вырубкой лесов и нерациональным ведением скотоводства, привело к опустыниванию значительных территорий в Средиземноморье и Средней Азии.

К середине XX в. вследствие научно-технической революции, обусловившей интенсивную урбанизацию и индустриализацию планеты, резкое возрастание численности населения земного шара, масштабы человеческой деятельности достигли и начали превышать масштабы естественных стихийных явлений. С каждым годом под жилую застройку, промышленные объекты, инженерные сооружения, дороги, карьеры изымаются всё большие площади плодородных земель. Массово вырубаются леса, особенно в таёжном и тропическом поясах. С лица Земли исчезают всё новые и новые виды животных и растений, в связи с

чем угрожающе обедняется генофонд планеты. Быстро истощаются полезные ископаемые. Хозяйственная деятельность активизирует опасные экзогеодинамические процессы — водную и ветровую эрозию, оползни, обвалы, сели, карстопровальные явления, лавины, катастрофические паводки, пылевые бури, заболачивание, засоление и опустынивание земель, обмеление и исчезновение рек и озёр и т.п.

Атмосферный воздух, почва, растительность, поверхностные и подземные воды интенсивно загрязняются вредными газовыми выбросами, неочищенными стоками и твёрдыми отходами промышленных предприятий, бытовым мусором, канализационными и животноводческими стоками, выхлопами транспорта, минеральными удобрениями и ядохимикатами, радиоактивными веществами. Загрязнение окружающей среды достигло таких масштабов, что начало реально угрожать здоровью настоящего и будущего поколений людей.

В биосфере Земли непрерывно накапливаются изменения, идёт аккумуляция негативных факторов, назревает качественный скачок в общей экологической ситуации. Происходящий между обществом и природой вещественно-энергетический обмен нарушил круговорот веществ и естественные энергетические процессы в биосфере. Вследствие этого наступает *третий этап* развития глобальной социозкосистемы, сопоставимой с ноосферой по определению В.И. Вернадского. Глобальная социозкосистема становится функционально замкнутой, а её динамическое равновесие — крайне неустойчивым (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Схема функционально замкнутой социально-экологической системы

В такой социозкосистеме все природные и социально-экономические компоненты настолько тесно взаимосвязаны, что любое, даже, казалось бы, незначительное воздействие человека на какой-либо природный

компонент затрагивает всю систему в целом, вызывает непредвиденные и часто далеко идущие последствия.

Быстро возрастающее антропогенное давление на природу повредило регенерационные механизмы биосферы, что создало реальную опасность возникновения необратимых глобальных деградационных процессов, которые могут сделать окружающую среду непригодной для дальнейшего развития цивилизации и самого существования человечества. Таким образом, на текущей стадии взаимодействия общества и природы под угрозой уничтожения оказался сам человек.

Следует отметить, что в историческое время на достаточно высоких стадиях развития человеческого общества осознание им реальной ситуации во взаимоотношениях с природой запаздывало по отношению к темпам изменений, происходящих в глобальной социосистеме. Речь идёт не о взглядах отдельных опередивших свою эпоху личностей, а о господствовавших в обществе представлениях и принятых на вооружение принципах природопользования, которые определяли характер хозяйственной деятельности.

Даже в XIX в. и в первой пол. XX в., когда технические возможности человечества резко возросли и начали оказывать всё более масштабное воздействие на природу, ведущим принципом природопользования оставался *экономический*, когда критерием эффективности хозяйственной деятельности считалось получение максимальной экономической выгоды при минимальных затратах. Природные ресурсы Земли казались людям практически неисчерпаемыми, сама планета такой огромной, а её природа настолько богатой, что из неё как из рога изобилия можно практически неограниченно черпать природные богатства, оставляя взамен отходы своей деятельности, не заботясь о последствиях.

В конце второго этапа развития глобальной социосистемы природоохранная деятельность имела ограниченный, преимущественно благотворительный характер, хорошо отвечающий той роли всемогущего «покорителя природы», которую на себя самонадеянно взял человек. Она ограничивалась преимущественно созданием отдельных заповедников, охраной отдельных экзотических памятников живой и неживой природы, уникальных в научном и эстетическом отношении экосистем, распространяясь лишь на некоторые редкие или оказавшиеся на грани вымирания виды животных и растений.

В 1950–80 гг., когда взаимодействие общества и природы вступило в свою очередную стадию, отрицательные последствия нерациональной хозяйственной деятельности начали выражаться в огромных экономических потерях. С целью предотвращения таких потерь развитые страны вынуждены были перейти к использованию *эколого-экономического принципа природопользования*. Его суть состояла в том,

что при природопользовании в какой-то мере учитываются закономерности функционирования природных экосистем, а критерием эффективности хозяйственной деятельности является получение наибольших экономических результатов при минимальных нарушениях природной среды, то есть в критерий эффективности хозяйственной деятельности введено дополнительное условие — ограничение ущерба, наносимого природной среде.

При реализации данного принципа экономическая сторона вопроса всё-таки остаётся на первом плане, то есть понятие «минимальное нарушение природной среды» слишком размыто и подвержено (что и происходит на практике) произвольному толкованию в угоду получения сиюминутной экономической выгоды. Данный принцип соответствует второй стадии развития глобальной социосистемы. Его внедрение в жизнь в какой-то мере затормозило процесс прогрессирующего разрушения природной среды.

2.3. Генезис и структура технологических укладов

Под *технологическими укладами* (волнами) понимают совокупность технологий, характерных для определенного уровня развития производства; в связи с научным и технико-технологическим прогрессом происходит переход от более низких укладов к более высоким, прогрессивным.

В последние десятилетия развитие научных выводов Н.Д. Кондратьева и Й. Шумпетера, применительно к мировой экономике, отдельным странам, отраслям и к современным условиям в целом, привлекло внимание не только экономистов и математиков, но и представителей технических наук. В своих работах они рассматривают такие характеристики эволюции технологических укладов, как неравновесность, неравномерность и цикличность. Так формируется новая парадигма развития, построенная на влиянии структурных изменений на процессы смены доминирующих технологических укладов.

Отличительной особенностью такого взгляда является эволюционный подход к процессу исследования социально-экологического развития, предполагающий опосредование структуры технологических, производственных, финансовых и социальных взаимосвязей и взаимозависимостей. Жизненный цикл технологических укладов имеет форму логистической кривой и складывается из фаз, различающихся темпами роста и распространения (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Генезис технологических укладов в процессе социально-экологического развития

Каждый технологический уклад обладает сложной иерархической структурой, обладающей различными функциональными свойствами. Комплекс базисных совокупностей технологически сопряжённых производств образует его ядро. Нововведения, определяющие формирование ядра уклада и вызывающие изменения в технологической структуре экономики, — «ключевой фактор». Отрасли, интенсивно использующие этот ключевой фактор в распространении нового технологического уклада, являются его «несущими» отраслями (табл. 2.1).

Специфика данной структуры предопределяет природу господствующего уклада, особенности и динамику развития экономических систем. Критерием отнесения социозкосистемы к определенному укладу является использование в ней технологий, обеспечивающих выпуск продукции, соответствующей ему по своим техническим или физико-химическим характеристикам. Каждый технологический уклад (волна) имеет свои характерные черты.

Первый уклад отмечен новыми технологиями в текстильной промышленности, использованием энергии воды и др.

Второй уклад ознаменован ускоренным развитием железнодорожного и водного транспорта на основе паровых машин, широким внедрением паровых двигателей в промышленное производство, развитием угольной промышленности.

Таблица 2.1. Хронологическая характеристика и институциональная структура технологических укладов

Характеристика уклада	Номер технологического уклада				
	1	2	3	4	5
Период доминирования, гг.	1770–1830	1830–1880	1880–1930	1930–1970	1970–2010
Технологические лидеры	Великобритания, Франция	Великобритания, Франция, Бельгия, Германия, США	Германия, США, Великобритания, Франция	США, СССР, Западная Европа, Япония	США, ЕС, Япония, Россия
Ядро технологического уклада	Текстильная промышленность, текстильное машиностроение, выплавка чугуна, строительство каналов	Паровой двигатель, ж.д. строительство угольная промышленность, производство станков	Развитие электричества, тяжёлое машиностроение, прокат стали, чёрная металлургия линии электропередач, неорганическая химия	Автомобилестроение, цветная металлургия, органическая химия, переработка нефти, атомная энергетика, электронная промышленность, освоение космоса	Электроника и микроэлектроника, информационные технологии, молекулярная биотехнология, программное обеспечение, искусственный интеллект, космические технологии, гиперзвук
Ключевой фактор	Текстильные машины	Паровой двигатель, станки	Электродвигатель, конвертер	Двигатель внутреннего сгорания, атомные реакторы, нефтехимия	Микроэлектронные компоненты
Преимущества	Механизмы и концентрация производства на фабриках	Производство на основе использования парового двигателя	Повышение эффективности производства с использованием электродвигателя, новый способ получения стали	Серийное производство, создание новых материалов и технологий, развитие связи, производство товаров массового потребления	Индивидуализация производства и потребления, глобализация, скорость связи и перемещения

Третий уклад связан с применением в промышленном производстве электрической энергии, развитием тяжёлого машиностроения и электротехнической промышленности на основе использования стального проката, распространением радиосвязи, развитием автомобильной промышленности и др.

Четвёртый уклад — это дальнейшее развитие энергетики с использованием нефти и газа, средств связи, синтетических материалов; массовое производство автомобилей, самолётов, вооружений, товаров народного потребления; широкое распространение компьютеров и программных продуктов; использование атомной энергии в военных и мирных целях; освоение космоса; образование транснациональных компаний и др.

Пятый уклад прошёл с опорой на достижения в микроэлектронике, информатике, биотехнологии, генной инженерии, на использование новых видов энергии, материалов, на развитие космических технологий, спутниковой связи и т.п.; с переходом к единой сети компаний, объединённых на основе Интернета, планированием инноваций.

Шестой уклад ещё только формируется в отдельных странах (КНР, США, Япония). Так, например, его доля в общем объёме производительных сил в США составляет около 5 %, тогда как на пятый и четвёртый уклад приходится соответственно 60 и 20 %. Шестой технологический уклад — это развитие и применение наукоёмких, так называемых высоких технологий: био-, нано-, мембранные, гиперзвуковые и квантовые технологии, фотоника, микромеханика, термоядерная энергетика, создание искусственного интеллекта, выход на принципиально новый уровень в системах управления государством, обществом, экономикой. Этот уклад характеризует *постиндустриальный тип производства*.

Как показывает опыт экономического развития, переход на более высокий уровень технологического уклада требует инноваций. На начальном этапе развития новой технологии её эффективность невелика, нередко даже по сравнению с существующими технологиями, что порождает так называемые технологические разрывы, и повышается медленно. Затем, по мере накопления знаний и опыта, начинается бурное развитие данной технологии, в ходе которого её эффективность радикально возрастает. Эффективность технологии приближается к пределам, обусловленным законами природы. При этом повышение эффективности требует всё больших затрат.

Россия обладает достаточным потенциалом инновационного развития, остаётся только эффективно его использовать. Так, 13 июня 2024 г. в Дубне российский президент дал старт работам по технологическому пуску отечественного адронного коллайдера NICA

(Nuclotron based Ion Collider fAcility) — это новый ускорительный комплекс, который создаётся на базе Объединённого института ядерных исследований с целью изучения свойств плотной барионной материи. В проекте приняли участие исследователи из 30 стран. Учёные смогут воссоздать в лабораторных условиях особое состояние вещества, в котором пребывала наша Вселенная первые мгновения после Большого взрыва, — кварк-глюонную плазму.

Как правило, смена технологических укладов сопряжена с кризисами и структурными сдвигами в экономике. В каждом технологическом укладе выделяют *ядро* — ведущие отрасли и виды деятельности, которые развиваются наиболее быстро, а также *ключевые факторы* — технологические новшества, открывшие дорогу развитию ведущих отраслей. По мере исчерпания возможностей совершенствования этих технологий, они приносят все меньшую отдачу, и после преодоления технологического разрыва, «локомотивами» инновационного развития становятся уже иные отрасли, составляющие ядро нового технологического уклада.

Эксперты из многих стран едины в своём мнении о том, что шестой технологический уклад будет базироваться на использовании возобновляемых источников энергии. Необходимо отметить, что временные рамки и условия такого перехода остаются дискуссионными. Большое развитие получают технологии повышения энергоэффективности всех без исключения отраслей экономики, а также технологии производства материалов и конструкций замкнутого цикла с высокой степенью переработки вторичного сырья, то есть зелёные технологии рассматриваются как один из ключевых факторов следующего технологического уклада.

2.4. Природные ресурсы в рациональном природопользовании

Экологические законы, регулирующие взаимодействия живых организмов в биосфере и её трансформацию в ноосферу (см. пункт 1.2), должны определять возможности использования человечеством природно-ресурсного потенциала. *Природные ресурсы* — это объекты и силы природы, которые на данном уровне развития производительных сил и изученности могут быть использованы для удовлетворения потребностей общества в форме непосредственного участия в материальной деятельности людей.

Помимо природных ресурсов, можно выделить *природные условия*, к которым относятся элементы природы, необходимые человеку для его жизнедеятельности, но не вовлечённые в настоящий момент в

материальное производство. К природным условиям можно отнести солнечное излучение, тепло Земли, рельеф местности, климат и т.д. Для прогнозирования моделей потребления человечества необходимо различать природные ресурсы и *природные запасы*, или *резервы*, — разведанные запасы сырья, которые могут быть добыты с помощью существующих технологий в обозримый период времени при окупаемых затратах.

Природно-ресурсный потенциал характеризуется разнообразием и доступностью всех видов природных ресурсов на определенной территории. Природные ресурсы делят на две категории: *доступные (доказанные или реальные) запасы* — объёмы природного ресурса, выявленные современными методами разведки, технически доступные и экономически рентабельные для освоения, и *потенциально-перспективные (общие) ресурсы* — установленные теоретически, но недоступные на данном этапе.

С ростом темпов научно-технического прогресса, нарастающей интенсивностью развития производительных сил, деление природно-ресурсного потенциала на природные ресурсы и природные условия становится всё более условным, так как всё большее число элементов природы, ранее относимых к природным условиям, становятся предметами и средствами труда.

Классификация природных ресурсов: 1 — *по происхождению* (минеральные, климатические, водные, земельные, почвенные и биологические); 2 — *по видам хозяйственного использования*: ресурсы промышленного производства (энергетические — горючие полезные ископаемые, гидроэнергоресурсы, биоконверсионная и ядерная энергия; неэнергетические — ресурсы для металлургии, химии, нефтехимии, лесопереработки и т.д.), ресурсы сельскохозяйственного производства и рекреационные ресурсы; 3 — *по исчерпаемости* все ресурсы условно делят на исчерпаемые (восполняемые — животный и растительный мир, почвы; невосполняемые — нефть, газ, уголь) и неисчерпаемые (энергия Солнца, ветра, земных недр, приливов и отливов); 4 — *по критерию заменяемости* (заменимые — сырьё, топливо; незаменимые — вода, воздух).

Деление по признаку использования весьма условно, поскольку один и тот же ресурс, например, вода в озере, может быть использован как для промышленных, сельскохозяйственных, так и для рекреационных целей или иметь большую эстетическую ценность.

К неисчерпаемым ресурсам можно условно отнести солнечный свет, атмосферный воздух, воду, энергию ветра или падающей воды и т.д. Однако важно не только количество, но и качество этих ресурсов. Например, не вода вообще, а вода, пригодная для питья; не воздух вообще, а воздух, пригодный для дыхания. Таким образом, часть даже

количественно неисчерпаемых ресурсов может стать непригодной для использования ввиду изменения своего качества под воздействием человеческой деятельности.

Российская Федерация обладает внушительным природно-ресурсным потенциалом, на территории страны находятся все виды природных ресурсов, что может полностью обеспечить её экономику собственной сырьевой базой. По объёму и многообразию природных ресурсов России практически нет равных в мире. По расчётам запасами угля, железной руды, калийных солей и фосфатного сырья Россия обеспечена не на одно столетие. Это самое большое государство в мире, где сосредоточено около 24 % мировых запасов природного газа, более 20 % угля, 6 % нефти. В России сосредоточено более 10 % пахотных земель мира, лесом покрыта территория, составляющая около 22 % от площади лесов в мире.

Современный путь экономического развития в мире следует отнести к техногенному природоёмкому типу. Для него характерны быстрое и истощительное использование невозобновляемых видов природных ресурсов, эксплуатация возобновляемых ресурсов со скоростью, превышающей возможности биосферы по воспроизводству и восстановлению.

В 2009 г. Римскому клубу был представлен доклад «Фактор пять. Формула устойчивого роста», в котором авторы Э. Вайцзеккер, К. Харгроуз, М.Х. Смит продемонстрировали, что пятикратное увеличение производительности ресурсов доступно даже в четырёх наиболее энергоёмких и водоёмких секторах, таких как промышленность, строительство, транспорт и сельское хозяйство. Было отмечено, что большая часть этого потенциала остаётся бездействующей, в основном из-за низких цен на ресурсы. В то же время, обнадеживает тот факт, что даже в основном, в неблагоприятных условиях, можно наблюдать значительный прогресс.

Природопользование — это научная дисциплина, изучающая совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению. В настоящий момент выделены три главные составляющие природопользования:

1) ресурсопользование — извлечение и переработка природных ресурсов, их возобновление или воспроизводство;

2) охрана окружающей среды, природных компонентов и комплексов — охрана природных условий среды жизни, охрана биологического и ландшафтного разнообразия, улучшение качества окружающей среды;

3) активное управление природными и природно-антропогенными процессами на строго научной основе, что служит базисом для сохранения природно-ресурсного потенциала развития общества.

Общая задача *рационального управления природными ресурсами* состоит в нахождении оптимальных способов эксплуатации естественных и искусственных экосистем. Решение задачи по созданию оптимальной системы управления природными ресурсами осложняется наличием множества *критериев оптимизации*: получение максимального урожая, сокращение производственных затрат, сохранение природных ландшафтов и биоразнообразия, поддержание благоприятной окружающей среды, сохранение нормального функционирования экосистем и их комплексов.

Рациональное природопользование включает в себя охрану, освоение и преобразование природы, восстановление нарушенных природных комплексов и восполнение природных ресурсов. Оно направлено на обеспечение условий существования человечества, эффективное использование природно-территориальных комплексов, с одной стороны, и максимальное снижение вредных последствий всех видов человеческой деятельности для окружающей среды — с другой.

Принципы рационального природопользования:

- принцип системности (ни один природный ресурс не может использоваться или охраняться независимо друг от друга);

- принцип комплексного использования природных ресурсов (ориентация на выявление, учёт и оценку всего многообразия ресурсов территории, рассмотрение объектов использования как составной части целого природного комплекса, обоснование путей наиболее полного использования ресурсов с минимумом отходов);

- принцип организации малоотходного производства (всё перерабатывается, используется, нейтрализуется, возвращается в производственный процесс; за его пределы выходит только товарная продукция);

- принцип адаптации природопользования к местным условиям (выбор и применение зонально-географических систем хозяйствования, учитывающих природно-ландшафтные условия территории);

- охрана природы — составная часть процесса природопользования (кто использует природу, тот её и сохраняет);

- принцип предупреждения ущерба (переход в деле охраны окружающей среды от ликвидации последствий нарушений к долгосрочному экологическому планированию и бережному использованию ресурсов);

- принцип оптимизации (принятие наиболее целесообразных решений в использовании природных ресурсов и геосистем на основе одновременного экономического и экологического подхода);

– экологический императив (экологические цели всегда первичны по отношению к экономическим).

2.5. Ресурсосбережение и этапы ресурсного цикла

Под *ресурсосбережением* понимают систему мер по обеспечению рационального использования ресурсов и удовлетворению прироста потребностей в них народного хозяйства, главным образом за счёт экономии. Прежде всего это организационная, экономическая, техническая, научная, практическая и информационная деятельность; методы, процессы, комплекс организационно-технических мер и мероприятий, сопровождающих все стадии жизненного цикла объектов, а также направленных на рациональное использование и экономное расходование ресурсов.

Хозяйственное звено круговорота веществ получило название ресурсного цикла, под которым понимается совокупность превращений и пространственных перемещений вещества природы в процессе его освоения, добычи, переработки, потребления и конечного возвращения в природу после использования. Этот цикл имеет незамкнутый характер, поскольку образуется большая масса отходов на всех этапах добычи и использования природного ресурса.

Таким образом, *ресурсный цикл* — это обмен веществ между обществом и природой, включающий извлечение естественных ресурсов из природной среды, вовлечение их в хозяйственный оборот с последующей утилизацией, а также возвращение трансформированной природной субстанции в окружающую среду.

Общество активно использует природные ресурсы в *шести основных ресурсных циклах*: 1-й — энергоресурсов и энергии; 2-й — металлоресурсов и металлов; 3-й — неметаллического ископаемого сырья (агрохимическое сырьё, стройматериалы, торф и пр.); 4-й — лесных ресурсов и лесоматериалов; 5-й — почвенных и климатических ресурсов и сельскохозяйственного сырья; 6-й — ресурсов фауны и флоры.

Современные научно-практические исследования направлены на создание более замкнутых ресурсных циклов: разрабатываются программы и технологические процессы, направленные на более полное извлечение и переработку необходимых природных ресурсов, а также на возвращение их в трансформированном виде в качестве отходов в производство для повторного и неоднократного использования.

Основные этапы ресурсного цикла в цепи «сырьё – производство – эксплуатация (потребление) – утилизация (вторичные ресурсы) – отходы»:

1) разведка, добыча природного ресурса, представленного видом сырья или материала, топлива или энергии;

- 2) изготовление изделия, детали, полупродукта;
- 3) производство из изделий, деталей, полупродуктов некоего предмета потребления или объекта (транспортное средство, медицинский центр, космический спутник и т.д.) для оказания в дальнейшем услуги, необходимой обществу;
- 4) эксплуатация объекта для удовлетворения потребностей общества и конкретных людей в предмете (потребление предмета);
- 5) ремонт объекта для восстановления утраченных потребительских свойств (технических характеристик) с целью продления срока службы, если это по каким-либо причинам рациональнее изготовления объекта заново;
- 6) реновация объекта, то есть подготовка к эксплуатации его или его узлов, агрегатов, комплектующих по иному назначению или в иной (преимущественно менее ответственной) сфере потребления;
- 7) утилизация объекта, его узлов и деталей, а также всех отходов и веществ, уловленных при очистке выбросов в атмосферу и сбросов в природные водоёмы на предыдущих этапах, с выделением всего, что может быть использовано повторно в качестве вторичных материальных и вторичных энергетических ресурсов.

В стандартном определении ресурсосбережения содержится ключевое понятие — *«жизненный цикл объекта»*, под которым понимается совокупность последовательных и взаимосвязанных стадий изменения состояния продукции при её создании, использовании (эксплуатации) и ликвидации (с утилизацией и/или удалением). *Стадия жизненного цикла продукции* — условно выделяемая часть цикла, которая характеризуется спецификой направленности работ, производимых на этой стадии, и конечными результатами. *Время жизненного цикла продукции* — период времени от зарождения идеи производства продукции, практического воплощения и использования продукции до снятия её с эксплуатации.

Естественное или целенаправленное использование, расход ресурсов различных видов на стадиях жизненного цикла объекта (изделия, продукции), развития общества называется *ресурсопотреблением*. Расход ресурсов разделяют на полезные затраты и издержки (потери) разного рода.

Рациональное использование ресурсов — это достижение максимальной эффективности использования ресурсов в хозяйстве при существующем уровне развития техники и технологии с одновременным снижением негативного воздействия на окружающую среду.

Например, применительно к недрам под *комплексным и рациональным использованием ресурсов* следует понимать наиболее полное извлечение содержащихся в недрах полезных ископаемых их

комплексное использование. Наиболее полное извлечение содержащихся в недрах минеральных ископаемых означает максимально возможное недопущение как общешахтных, так и эксплуатационных потерь сырья, его безвозвратного оставления в горном массиве и т.д.

Комплексное использование минеральных ресурсов включает три важных составляющих: 1) комплексное использование месторождений полезных ископаемых; 2) комплексное использование добытого целевого минерального сырья; 3) использование попутно добываемых (сопутствующих) продуктов отходов добычи полезных ископаемых, определяемых как вторичные материальные ресурсы.

Комплексное использование месторождения полезных природных ресурсов подразумевает не только добычу целевого полезного природного сырья, но и тех полезных попутных компонентов, которые могут находиться в составе вмещающих пород. Применительно к угольным месторождениям сопутствующими компонентами являются пустая порода, шахтная вода, метан, добываемые попутно. В настоящее время их часто рассматривают как отходы производства, для предотвращения вредного воздействия которых на состояние окружающей природной среды выполняют различные дорогостоящие природоохранные мероприятия. В то же время состояние природной среды продолжает ухудшаться, а потребности в различного рода природных ресурсах растут, в связи с чем отношение к попутно добываемым отходам горного производства трансформируется, предполагая не только их очистку, но и освоение путём селективной добычи, отправки потребителю и утилизации.

Комплексное использование извлечённого, то есть добытого целевого многокомпонентного сырья подразумевает, прежде всего, одновременное или последовательное извлечение и выделение из него нескольких (более двух) или всех пользующихся спросом ценных составляющих в особенные продукты — «мономинеральные» концентраты, субстраты, химические элементы различной степени чистоты или их стандартные соединения. Более широко комплексное использование минерального сырья включает как задачи извлечения всех компонентов (редкие и рассеянные элементы, соли, отдельные гранулометрические фракции, остаточные полиминеральные продукты и т.д.), так и использование самой агрегатно-минеральной основы полезных ископаемых, отходов их выделения, то есть превращение в полезную продукцию.

Использование попутно добываемых продуктов добычи полезных ископаемых указывает, что на современном этапе в перечне задач комплексного использования минеральных ресурсов всё более важное место отводится использованию (утилизации) отходов, которые возникают на всех стадиях получения конечного продукта. Кроме того, любой конечный продукт после потребления или использования становится

отходом. В настоящее время для обозначения остатков или дополнительных продуктов, которые образуются в процессе или по завершению определенной хозяйственной деятельности и не используются в непосредственной связи с этой деятельностью, применяется термин «*вторичные материальные ресурсы*».

Под *утилизацией* понимаются все виды работ по обеспечению ресурсосбережения, при которых осуществляются переработка и/или вторичное использование отслуживших установленный срок и/или отбракованных изделий, материалов, упаковки и т.п., а также отходов, то есть вторичных материальных ресурсов. Кроме материальных, вторичными ресурсами могут быть и энергетические.

В самом общем смысле *вторичными энергетическими ресурсами* (ВЭР) называется отходящее тепло, получаемое после энергетического обслуживания производственных, бытовых и других процессов. По виду энергии ВЭР разделяются на три группы:

- *горючие (топливные) ВЭР* — химическая энергия отходов технологических процессов химической и термохимической переработки углеродного или углеводородного сырья, побочных горючих газов плавильных печей (доменных, колошниковых, шахтных печей и вагранок, конверторных и т.д.), не используемых для дальнейшей технологической переработки;

- *тепловые ВЭР* — физическая теплота горного массива, шахтных вод, вентиляционных струй, отходящих газов технологических агрегатов, основной, побочной, промежуточной продукции и отходов основного производства углеобогащения, рабочих тел систем принудительного охлаждения технологических агрегатов и установок, горячей воды и пара, отработанных в технологических и силовых установках;

- *ВЭР избыточного давления* — потенциальная энергия газов и жидкостей, выходящих из технологических агрегатов с избыточным давлением.

Одной из важных задач ресурсосбережения является по возможности полное выявление резервов ВЭР и экономически, а также экологически обоснованное их использование для целей производства и удовлетворения бытовых нужд. ВЭР могут быть использованы непосредственно как топливо, а также преобразовываться в другие энергоносители с помощью утилизационных установок.

Направление преобразования ВЭР зависит от трех факторов: 1) количества вторичной энергии, образующейся в единицу времени; 2) степени непрерывности её получения; 3) температурного уровня. В зависимости от видов и параметров рабочих тел различают четыре основных направления использования ВЭР:

– *топливное* — непосредственное использование горючих компонентов в качестве топлива;

– *тепловое* — использование теплоты, получаемой непосредственно в качестве ВЭР, или теплоты и холода, вырабатываемого за счёт ВЭР в утилизационных установках, а также в абсорбционных холодильных установках;

– *силовое* — использование механической или электрической энергии, энергетических ресурсов;

– *комбинированное* — использование теплоты, электрической или механической энергии, одновременно вырабатываемых за счёт вторичных энергетических ресурсов.

Перевод отходов производства в категорию утилизируемых ресурсов позволяет использовать их для производства различных видов продукции и услуг вместо первичного сырья, снизить затраты на добычу полезных ископаемых и уменьшить ущерб от их воздействия на окружающую среду.

2.6. Современные «пределы роста»

Ресурсы биосферы достаточно велики и человечество в целом пока не испытывает в них критической нехватки, но многие из них ограничены, и в этом случае необходимо осознавать их исчерпаемость, особенно в условиях роста численности населения планеты.

Динамику *движения населения* (изменение численности) определяют с помощью текущего учёта двух составляющих: *естественного движения* (разность между числами родившихся и умерших) и *миграции* (разность между числами прибывших на территорию страны и выбывших). Процесс постоянного возобновления численности и структуры населения (пол, возраст, семейное положение, образование, национальность и т.д.) в процессе смены поколений называют *воспроизводством населения*.

Для изучения воспроизводства населения используются такие показатели, как *рождаемость* (число родившихся в течение года детей на 1 тыс. жителей) и *смертность* (число смертей на 1 тыс.). Разница между ними называется *естественным приростом* или *естественной убылью* и измеряется в промилле (число человек на 1 тыс.).

Переход от существовавшего в течение большей части истории человечества состояния высокой смертности к современному состоянию низкой смертности и низкой рождаемости, характерному для многих развитых стран, называется *демографическим переходом*. Концепция демографического перехода была сформулирована американским демографом Ф. Ноутстайном (1945 г.). Переход от одного типа воспроизводства населения к другому (архетип, традиционный,

современный) называется *демографической революцией*, или демографическим переходом.

По результатам исследований, опубликованных Фондом населения при ООН, подтверждается позитивная связь между успехами в экономике и сдерживанием роста народонаселения (рис. 2.4). Регионы с быстрым ростом народонаселения ассоциируются со слабым уровнем развития. Тем не менее, это установленный факт, что в большинстве культур достижение высокого уровня развития, то есть получение адекватного образования, трудоустройство населения, самоопределение женщин и доступ к достаточному количеству энергии, ведёт к стабилизации населения. И наоборот, резкий рост народонаселения имеет тенденцию ослабления экономического развития их стран. На планете, имеющей ограниченный срок существования, рост народонаселения должен быть стабилизирован до того, как природа столкнётся с кризисом.



Рис. 2.4. Зависимость роста населения от прогресса по выполнению программы развития на тысячулетие

Недавние исследования показали, что более высокий уровень образования может привести к тому, что рост народонаселения в 2050 г. может быть на 1 млрд меньше ожидаемого. Многие развивающиеся страны приняли решение об оказании влияния на женщин путём получения ими хорошего образования и вовлечения их в экономику, что является частью задачи по устойчивому развитию этих стран.

Что касается экологических проблем, связанных с ростом народонаселения, то явно, что само по себе количество населения не говорит обо всех деталях проблемы. Уравнение, составленное П. Эрлихом и Дж. Холдреном, называет три фактора, описывающие воздействие человека на окружающую природную среду (I):

$$I = P \cdot A \cdot T,$$

где P — количество населения; A — относительный достаток; T — использование технологий.

С использованием технологий связаны надежды на значительное сокращение воздействия на окружающую природную среду. Недавний век чётко демонстрирует, что только одним ростом населения нельзя объяснить массивный рост воздействия человека на окружающую среду. Так, население увеличилось в 5 раз, а оборот мировой экономики — в 40, использование ископаемого топлива — в 16 раз. Вылов рыбы увеличился в 35 раз, а использование воды человеком возросло в 9 раз.

Несмотря на ожидаемое уменьшение скорости роста населения планеты, остаются и другие опасения, поскольку *диспропорции* между обеспеченностью ресурсами в развитых и развивающихся странах обостряют социальную и политическую напряжённость в мире. В отдельных странах, таких как Индия и Китай, численность населения больше, чем во всех развитых странах, вместе взятых.

В наши дни темпы потребления природных ресурсов, климатические изменения, сокращение биологического разнообразия и снижение плодородия почв отражают также несоответствие направленности и эффективности государственной политики, бизнес-стратегий, а также основных социальных ориентиров.

В марте 2022 г. исполнилось полвека с момента выхода в свет доклада «*Пределы роста*», который был подготовлен группой ведущих учёных по заказу Римского клуба и содержал результаты анализа возможных траекторий развития человечества в условиях роста численности населения и истощения природных ресурсов.

Доклад содержал вывод, что экономический рост не может происходить непрерывно. После 2100 г., а то и раньше человечество достигнет «потолка» и будет больше не в состоянии поддерживать экономическое развитие и рост населения, которые неизбежно пойдут на спад. Вопрос лишь в том, будет ли это сознательное замедление производства или неконтролируемое падение.

Компьютерная модель «Мир 3», лежавшая в основе доклада, учитывала уровень рождаемости, объёмы промышленности, продовольствия, невозобновляемых природных ресурсов, а также

загрязнение окружающей среды в сложном взаимодействии. Были смоделированы двенадцать сценариев, более или менее благоприятных для планеты.

Наиболее благоприятный сценарий, «стабилизированный мир» (Stabilized World), возможен при смене приоритетов человечества — сознательном уменьшении темпов промышленного производства и фокусе на здоровье и образовании людей. Только тогда уровень благополучия не будет снижаться.

Траектория развития человечества наиболее близка к сценариям «как есть» и «комплексные технологии». В варианте «как есть» (Business as Usual) человечество сталкивается с резким падением экономического, социального и экологического благосостояния. С учётом постоянной связи между природными ресурсами, количеством пищи на одного человека, населением, загрязнением окружающей среды и выпуском промышленной продукции в расчёте на одного человека доклад показал, что в первой половине XXI в. мир ждёт катастрофа (рис. 2.5).

Во втором варианте — «комплексные технологии» (Comprehensive Technology) — баланс экономического роста и сохранения окружающей среды достигается благодаря технологическим решениям. Этот сценарий предполагал, что 75 % отходов отправят на вторичную переработку, загрязнение окружающей среды снизится на четверть, а урожайность сельскохозяйственных культур увеличивается вдвое. Тогда благосостояние планеты будет падать более плавно.

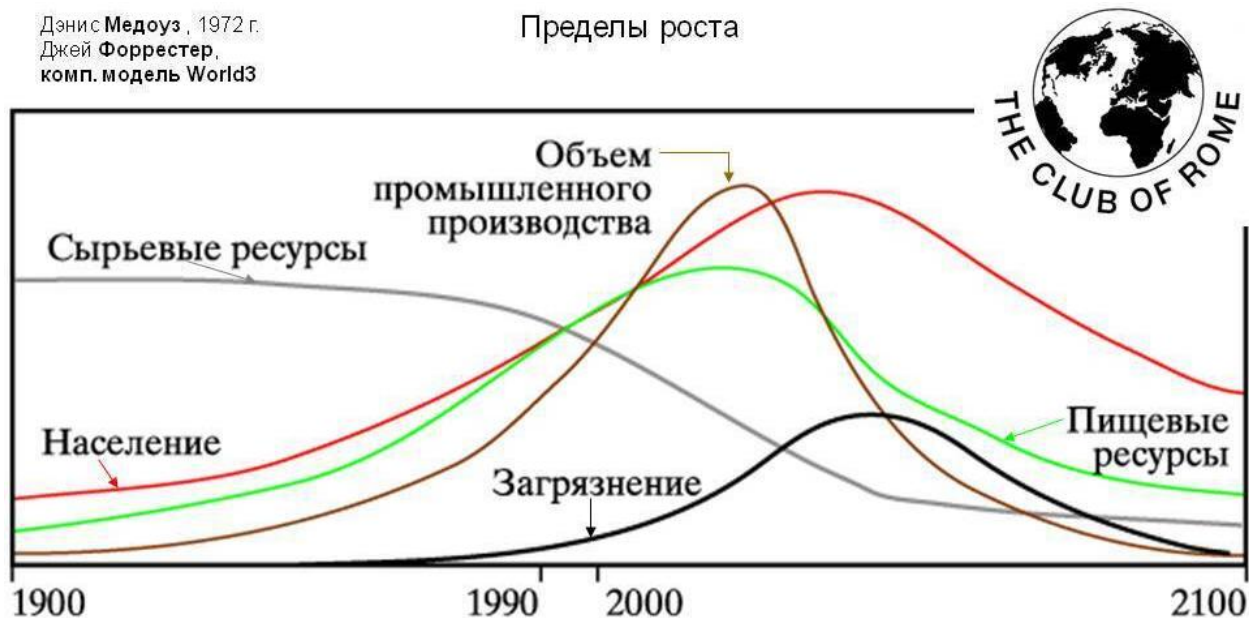


Рис. 2.5. Динамика основных взаимосвязанных переменных в модели развития мировой цивилизации Д. Медоуза

К сожалению, оба эти сценария предполагают, что в ближайшее десятилетие произойдёт остановка развития благосостояния жителей Земли, а в 2040 г. оно начнёт снижаться. Однако ещё есть шанс перейти к сценарию «стабилизированного мира».

Перенаселение не грозит большинству стран. Суммарный коэффициент рождаемости (коэффициент фертильности) уже постепенно уменьшается. Но численность населения ещё продолжает расти, а потребление человечеством материальных ресурсов уже намного превышает устойчивый уровень, при том, что уровень самоподдержания планеты уже значительно снижается. Согласно прогнозу Вашингтонского университета, опубликованному в журнале «The Lancet» в 2020 г., численность людей на планете достигнет пика (9,7 млрд) в 2064 г., а к 2100 г. снизится до 8,8 млрд. В 183 из 195 стран темпы рождаемости не смогут даже поддерживать уровень населения. В 23 странах количество жителей уменьшится более чем на 50 %, включая Японию, Таиланд, Италию и Испанию.

Необходимо перераспределять материальные блага в пользу беднейших слоёв населения, чтобы помочь им пережить грядущий пик перенаселённости. В противном случае в ближайшие десятилетия возрастёт уровень смертности, а «экологический баланс» восстановится сам — путём, далёким от гуманитарных представлений.

Более острая проблема — перепотребление, а не перенаселение. Потребление типичного представителя развитых стран наносит гораздо больший ущерб глобальной экосистеме, чем то, что потребляет среднестатистический житель бедных стран.

Мировой добыче нефти предстояло достичь пика ещё в 2000 г. — согласно прогнозу американского геофизика, К. Хабберта, сделанному в далеком 1956 г. Затем нефть должна была начать исчерпываться и полностью закончиться уже в XXII в. В настоящее время потребность мира в нефти снижается из-за декарбонизации экономики. Так, в электроэнергетике потребление нефти снижается уже несколько десятилетий. Например, в 1980–2014 гг. оно снизилось на 25 %, в то время как спрос на уголь, газ и возобновляемые источники энергии рос на 2–4 % в год.

Однако, использование возобновляемых источников энергии имеет массу побочных эффектов, которые ограничивают их развитие. «Топливо» для многих возобновляемых источников само по себе бесплатно, однако необходим капитал для сбора, преобразования и доставки энергии в соответствующих видах, а это обходится недёшево. Требуется много дефицитных материальных ресурсов; в ходе производства и сопутствующих процессов расходуется много ископаемого топлива. Большинство источников солнечной энергии не способно обеспечивать

непрерывную подачу питания. Следовательно, их количество надо предусматривать с большим запасом, иначе они не смогут заместить собой традиционные, гораздо более стабильные и надёжные источники энергии, применяемые в современной экономике.

Межправительственной группой экспертов по изменению климата был представлен доклад «Изменение климата, 2021 год: физическая научная основа», в котором говорится, что при любом сценарии в ближайшие двадцать-тридцать лет температура на планете поднимется более, чем на 1,5 °C. Именно такого показателя хотели избежать страны, подписавшие Парижский договор в 2015 г. Это приведёт к учащению экстремальных погодных явлений: засухи, наводнений, волн жары. Согласно докладу, только кардинальное и безотлагательное снижение выбросов парниковых газов сможет удержать мир на показателе 1,5 °C.

Необходимо отметить, что отношение к инновациям в докладе «Пределы роста» было слишком статичным. Модель компьютера «Мир 3», используемая в исследованиях, была довольно негибкой и оценивала постоянную взаимосвязь между разными параметрами (выпуск промышленной продукции и загрязнение окружающей среды). Модель не могла прогнозировать инновации в области контроля над загрязнением окружающей среды, которые позволили многим странам частично избежать негативных последствий, связанных с загрязнением почвы, воды и воздуха. Конечно же, существует предел достижений современных технологий.

В настоящее время возобновляемые ресурсы используются чрезмерно: перепромысел диких животных и растений, их истребление; истощение поверхностных и грунтовых вод, обезлесение, загрязнение окружающей среды и деградация экосистем. Что же до невозобновляемых ресурсов — некоторые материалы, такие как железная руда, остаются в изобилии, а другие, такие как определенные металлы и фосфор, — истощаются. Общая проблема состоит в том, что с разработкой богатых месторождений полезных ископаемых дальнейшая их добыча требует намного больше энергии и вызывает намного большее загрязнение окружающей среды.

Учёные неустанно напоминают нам о необратимых изменениях в таких жизненно важных экосистемах, как почвы, озера, тропические леса или другие биомы. Если такие изменения произойдут, и природная экосистема перейдёт из одного состояния в другое или дестабилизируется, нанесённый вред может быть непоправимым. Примерами могут служить утечка метана из тающей тундры в Сибири, обесцвечивание коралловых рифов и высыхание некоторых территорий амазонских тропических лесов, превращение их в саванну.

По словам одного из авторов доклада «Пределы роста» Денниса Медоуза в 2022 г. «... что бы мы ни рекомендовали в 1972 г., сейчас это не актуально. Тогда воздействие человечества на окружающую среду, вероятно, было ниже уровня самоподдержания планеты, и цель тогда была в том, чтобы замедлить события прежде, чем мы столкнёмся с пределом. Теперь ясно, что масштабы человеческой деятельности намного, очень намного превышают предел. И теперь цель не в том, чтобы замедлить события, а в том, чтобы вернуть систему к прежним, приемлемым, уровням. Найти способы управлять системой в мирном ключе, справедливым и, желательно, мягким, либеральным образом. Снизить наши потребности до уровня, который может выдержать планета».

2.7. Голубая экономика

В 2009 году бельгийский экономист Г. Паули представил Римскому клубу доклад под названием «Синяя экономика: 10 лет, 100 инноваций, 100 миллионов рабочих мест». Автор предложил ряд решений глобальных проблем, полагающихся на представления о том, что природа сама способна решить любую задачу и доказывает это на протяжении всего своего эволюционного пути. Доклад привлёк внимание членов клуба, идеи Г. Паули были положены в основу книги «Синяя экономика», которая была издана в 2010 г. году, приобрела популярность и переведена более чем на 40 языков.

Г. Паули предложил концепцию так называемой циркулярной экономики или *экономики замкнутого цикла*, где производство меняет движение с линейного, где есть входящие и выходящие ресурсы, на циклическое. Эта концепция основана на том, что в природе фактически нет отходов, и любой побочный продукт может стать ресурсом для другого продукта.

Голубая (синяя) экономика — путь развития через восстановление экосистемы и существование в симбиозе с природой. Помимо основной концепции выделено 19 принципов голубой экономики, обобщённых в три группы:

- вдохновение природой и водой (фокусировка на физических процессах в природе, которые объединяются в независимую экосистему);
- изменение правил игры производства и бизнеса, а также социальной стороны экономики; возвращение природы к направлению эволюции, обеспечение базовых потребностей всех людей и ценность каждого;
- жизнь на своей территории (этика ставится во главу угла, предлагается извлекать выгоду из экономики перспектив, заниматься

вертикальной интеграцией на всех уровнях и создавать максимальное количество возможностей из одной инициативы).

Необходимо отметить, что голубая экономика — это усилия по повышению качества жизни, а её принципы соотносятся с целями устойчивого развития ООН — № 6, 7, 11, 14, и 17. Так, цель № 6 «Чистая вода и санитария» об обеспечении пресной водой всех жителей планеты, № 7 — «Недорогостоящая и чистая энергия» о возобновляемых источниках энергии, № 11 — «Устойчивые города и населённые пункты» об устойчивом развитии городов, № 14 — «Сохранение морских экосистем» о развитии экосистем океанов и морей, а также цель № 17 — «Партнёрство в интересах устойчивого развития».

По словам Г. Паули на создание новой концепции экономики его вдохновило в том числе разочарование в системе так называемой *зелёной экономики*. Автор занимался её внедрением ещё в 1990-х и считается одним из пионеров движения. Однако позже стало заметно, что данная концепция не во всем устойчива и имеет ряд недостатков: экологически чистые и биоразлагаемые товары зачастую дороже тех, что вредят природе и здоровью. Также в рамках зелёной экономики недобросовестные производители могут использовать зелёный цвет и вводить в заблуждение потребителей.

Что же касается *красной экономики*, то в ней отдаётся предпочтение массовому производству, а ресурсы окружающей среды считаются неограниченными. Эта система шире остальных распространена в мире на данный момент, и именно она привела к кризису перепроизводства и истощению природных ресурсов. Таким образом, красная экономика вредит природе напрямую, а зелёная хоть и основана на уважении к окружающей среде, однако требует от производителя вкладывать намного больше ресурсов, приводя в конечном итоге к повышению стоимости товара.

В 1994 г. Г. Паули, работающий в Университете ООН в Токио, при поддержке правительства Японии основал *Инициативу по исследованию нулевых выбросов*. За три года до принятия Киотского протокола Г. Паули поручил группе учёных разработать новую бизнес-модель, работающую без выбросов и без отходов. Вдохновлённая тем, как работают экосистемы, исследовательская инициатива предложила «каскадировать» питательные вещества, материалы и энергию, чтобы наша система производства и потребления использовала всё, что доступно. Подчёркивая огромный потенциал таких инноваций, автор и инициировал концепцию голубой экономики в 2009 г. Рассмотрим несколько примеров каскадного использования природных ресурсов в голубой экономике.

Кофейная химия и съедобные грибы. Сельскохозяйственные программы, основанные на манипулировании генами, часто игнорируют

то, что наша современная модель промышленного производства и производства продуктов питания чрезвычайно расточительна. Чашка кофе содержит только 0,2 % биомассы собранного кофе. Процесс ферментации, сушки, обжаривания, измельчения и заваривания приводит к приёму вовнутрь небольшой доли десяти миллионов тонн кофе, производимого во всем мире, и к выбрасыванию в качестве отходов почти всего остального. Это понимание породило так называемую «кофейную химию», включая разведение грибов на послеуборочной, постиндустриальной и постпотребительской кофейной биомассе, использование отработанного субстрата, обогащённого аминокислотами в качестве корма для животных, использование мелкодисперсных частиц кофе в качестве контроля запаха, защиты от ультрафиолетовых лучей, и даже системы хранения водорода. Эта кофейная логика может быть применена к чаю и десяткам других культур. Такое сочетание инноваций не только позволяет заменять токсичные химические вещества, но и создаёт доходы и рабочие места.

Диверсификация источников биоресурсов. В течение последних двадцати лет партнёры Фонда Инициативы по исследованию нулевых выбросов обнаружили множество других примеров применения принципов голубой экономики. Пример компании «Novamont» на Сардинии демонстрирует, что переработка чертополоха, сорняка, который растёт на заброшенных сельскохозяйственных угодьях, может удовлетворять многочисленные потребности в обществе, предлагая новую перспективу для сельского хозяйства.

Чертополох собирают, перерабатывают как масло или сахар из целлюлозы затем превращают в набор биохимических веществ, включая полимеры для пластиковых пакетов, эластомеры для резиновых перчаток, гербициды и смазочные материалы, а отходы перерабатывают в корм для животных.

Трёхмерное морское хозяйство. Пакет инновационных бизнес-моделей не ограничивается сельским хозяйством на суше. Внедрение трёхмерного морского хозяйства, сочетающего выращивание морских водорослей, мидий, морских гребешков, устриц, крабов, омаров и рыб, оказалось высокоэффективным способом здорового производства морепродуктов. В контролируемой среде это обеспечивает получение разнообразной продукции, начиная от продуктов питания и корма для животных и заканчивая ингредиентами для косметических средств и фармацевтических препаратов, при этом любые оставшиеся отходы превращаются в удобрения.

Такая система не требует дополнительных вложений, пресной воды, пестицидов или удобрений; напротив, этот метод, который обеспечивает устойчивость и самодостаточность морской экосистемы, подщелачивает морскую воду, восстанавливает биологическое разнообразие и помогает

оздоровить режим питания потребителей. Всё это соответствуют принципам голубой экономики.

2.8. Альтернативная энергетика

Энергетические проблемы выходят на первое место в мире среди важнейших проблем и задач, которые предстоит решить обществу в XXI в. Принято считать, что сложившаяся ресурсная база энергетики, на которой строится вся хозяйственная деятельность человечества, исчерпаема, причём уже в обозримом будущем. В связи с этим вопросы энергосбережения, развития и внедрения систем *альтернативной энергетики* или возобновляемых источников энергии становятся одними из самых актуальных.

На законодательном уровне применительно к альтернативной энергетике чаще всего используется термин «возобновляемые источники энергии». В Федеральном Законе от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» под такими источниками понимаются:

- энергия солнца;
- энергия ветра;
- энергия вод (в том числе энергия сточных вод), за исключением случаев использования такой энергии на гидроаккумулирующих электроэнергетических станциях;
- энергия приливов;
- энергия волн водных объектов, в том числе водоёмов, рек, морей, океанов;
- геотермальная энергия с использованием природных подземных теплоносителей;
- низкопотенциальная тепловая энергия земли, воздуха, воды с использованием специальных теплоносителей;
- биомасса, включающая в себя специально выращенные для получения энергии растения, в том числе деревья, а также отходы производства и потребления, за исключением отходов, полученных в процессе использования углеводородного сырья и топлива;
- биогаз; газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов; газ, образующийся на угольных разработках.

Цель альтернативной энергетики заключается в применении возобновляемых или практически неисчерпаемых ресурсов для выработки энергии. Следует отметить, что управляемая реакция в ядерном реакторе также отвечает указанной цели. Ядерное топливо максимально энергоёмко и подлежит вторичному использованию.

Атомная энергетика является низкоуглеродным источником генерации, который при этом обеспечивает базовую нагрузку энергосети. При производстве атомной электроэнергии отсутствуют прямые выбросы CO_2 , что ставит её в один ряд с возобновляемыми источниками генерации.

По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК, IPCC), выбросы парниковых газов на жизненном цикле АЭС составляют в среднем 12 г CO_2 -экв./кВт·ч, незначительно уступая только наземным ветроэлектростанциям (11 г CO_2 -экв./кВт·ч) и оставаясь в десятки раз ниже этого показателя при использовании угля и газа (820 и 490 г CO_2 -экв./кВт·ч) (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Выбросы парниковых газов на жизненном цикле электростанции (по данным МГЭИК)

Второй немаловажной целью альтернативной энергетики является направленность на исключение факторов, негативно влияющих на окружающую среду. Таким образом, *альтернативная энергетика* представляет собой подотрасль энергетики, охватывающую перспективные способы получения энергии из возобновляемых или практически неисчерпаемых ресурсов, при которых снижается риск причинения вреда окружающей среде.

Возобновляемая энергетика обеспечивает более четверти (26 %) мирового производства электроэнергии (рис. 2.7). С 2000 г., за исключением гидроэнергетики, выработка электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии выросла более чем в 10 раз, и на первом месте стоят ветровая и солнечная энергия.



Рис. 2.7. Доля возобновляемых источников энергии в общем производстве электроэнергии в мире (2019 г.)

Рассматривая перспективы альтернативной энергетики, стоит также отметить, что ряд стран уже обозначил планы по внедрению возобновляемых источников энергии в хозяйственную жизнь:

- К 2035 г. Германия (население более 82 млн человек) планирует перевести 55–60 % своей электроэнергетики на возобновляемые источники энергии, к 2050 г. — не менее 80 %.

- Португалия (население более 10 млн человек) планирует обеспечивать свои потребности в электроэнергии за счёт возобновляемых источников энергии на 80 % к 2030 г. и на 100 % — к 2050 г.

- Испания (население более 46 млн человек) также полностью переведёт свою электроэнергетику на возобновляемые источники энергии к 2050 г.

- Дания (население более 5 млн человек) намерена полностью перейти на возобновляемые источники энергии во всех энергетических секторах, включая транспортный, к 2050 г.

- В США 153 города поставили перед собой цель 100 % возобновляемых источников энергии в электроэнергетике. Аналогичные планы приняли 9 штатов, округов и территорий, включая штат Калифорния (население почти 40 млн человек).

Причины переориентации на системы альтернативной энергетики в мире сводятся к двум аспектам:

- В мире наблюдается стремительное удешевление возобновляемых источников энергии, которое произошло за последние 10 лет (по данным финансовой компании «Lazard», в период с 2009 г. по 2019 г. 1 кВт ч

электроэнергии, произведённой за счёт ветра, подешевел на 70 %, за счёт солнца — на 89 %).

– Ввиду роста экологической грамотности населения и формирования запроса гражданского общества на благоприятную окружающую среду с минимально возможным негативным антропогенным эффектом.

Впечатляющую динамику развития демонстрируют китайские компании, работающие в сфере возобновляемых источников энергии. В Deutsche Bank отмечают, что к 2030 г. производство солнечной энергии в Китае может вырасти в 10 раз, а производство энергии ветра в 3–4 раза по сравнению с уровнем 2020 г. Также власти Японии заявили о снижении к 2050 г. парниковых выбросов углеродов до нуля и о стремлении полностью перейти на зелёную энергетику.

Поскольку Россия традиционно богата углеводородами, и ввиду этого производство электроэнергии за счёт газа и угля на её территории является развитым и дешёвым, важнейшую роль в определении перспектив развития возобновляемых источников энергии в стране будет играть фактор стоимости электроэнергии от возобновляемых источников.

Базовый сценарий развития возобновляемых источников энергии в России предполагает снижение капитальных и операционных затрат по существующим проектам до минимальных мировых уровней 2019 г., повышение коэффициента использования установленной мощности до уровня российских нормативов и сохранение текущей стоимости капитала.

При реализации данного сценария солнечная энергетика станет сопоставимой по стоимости с традиционной генерацией, а ветроэнергетика в определенных случаях станет более дешёвой, чем производство электроэнергии за счёт газа и угля. Однако серьёзных экономических стимулов для масштабного перехода на возобновляемые источники энергии в стране не возникнет. В соответствии с базовым сценарием к 2035 г. в России можно ожидать строительство 11,4 ГВт электростанций на возобновляемых источниках энергии (5,4 ГВт из них будут построены до 2025 г.). Доля возобновляемых источников энергии в совокупной установленной мощности к 2035 г. при этом составит 4,7 %, их доля в генерации — 2,3 %. По итогам 2023 г. объём выработки электроэнергии АЭС в России составил 19,1 % от общего объёма произведённой электроэнергии в России.

Контрольные вопросы и задания

1. Определите соотношение понятий «природа», «окружающая среда» и «общество».

2. Чем были обусловлены представления общества о природе в истории философской мысли?
3. Почему природа является основой жизнедеятельности общества?
4. Чем обусловлено появление в науке такого направления как географический (космический) детерминизм?
5. В чём кроется противоречие взаимоотношений общества и природы?
6. Что следует понимать под адаптацией человека к окружающей среде?
7. Опишите основные исторические этапы взаимодействия общества и природы.
8. Какие существуют формы взаимоотношений общества и природы?
9. В чём суть эколого-экономического принципа природопользования?
10. Раскройте характерные черты каждого из шести технологических укладов (волн).
11. Охарактеризуйте природопользование как научную дисциплину.
12. Чем природные ресурсы отличаются от природных условий?
13. Что такое природно-ресурсный потенциал и чем он определяется?
14. Приведите известные вам классификации природных ресурсов.
15. Сформулируйте основные принципы рационального природопользования.
16. Что следует понимать под ресурсосбережением?
17. Приведите примеры основных ресурсных циклов, используемых обществом.
18. Какова современная демографическая ситуация в мире? Что такое демографический переход?
19. Охарактеризуйте возможные пределы экономического роста и развития человечества на нашей планете.
20. Кем была предложена концепция экономики замкнутого цикла и на каких принципах она построена?
21. В чём заключаются отличия между так называемыми зелёной, голубой и красной экономиками?
22. Какие источники энергии называют возобновляемыми?
23. Каковы перспективы развития альтернативной энергетики в России?

Глава 3

ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОХРАНА АТМОСФЕРЫ

Атмосфера (от др.-греч. ἀτμός — «пар» и σφαῖρα — «шар») представляет собой газовую оболочку планеты, сформировавшуюся в результате геологической эволюции и непрерывной деятельности организмов. Общая масса атмосферы Земли оценивается в пределах $5,12 \cdot 10^{18}$ т, причём 80 % массы сосредоточено в околоземном слое — *тропосфере* — толщиной до 18 км. Атмосфера отделяет нашу планету от космического пространства, представляя собой защитный слой, который ослабляет ряд поступающих излучений и сглаживает резкие колебания температуры. Благодаря своим свойствам, приповерхностные слои тропосферы высотой до нескольких десятков метров являются основной средой обитания многих живых организмов — микроорганизмов, растений, животных и человека.

Наличие атмосферы является одним из необходимых условий существования жизни на Земле. В ходе эволюции биосферы её состав изменился принципиально — одним из основных компонентов стал кислород, сосредоточенный в тропосфере. В стратосфере, расположенной выше, сформировался озоновый слой. Верхняя граница стратосферы достигает уровня 50–55 км над уровнем Земли. В стратосфере практически нет водяного пара, и воздух очень сухой. Выше 90 км (термосфера) воздух значительно разрежён, практически до безвоздушного пространства.

Исследования атмосферы показали, что по химическому составу воздух у поверхности Земли включает следующие компоненты по объёму (%): азот (N_2) — 78,08; кислород (O_2) — 20,95; углерода диоксид (CO_2) — 0,04; оставшиеся — 0,93, включают аргон (Ar) и незначительное количество неона (Ne), гелия (He), метана (CH_4), криптона (Kr), водорода (H), азота (I) оксида (N_2O), ксенона (Xe), озона (O_3), азота (IV) оксида (NO_2), серы (IV) оксида (SO_2), аммиака (NH_3), углерода оксида (CO), йода (I_2) и радона (Rn).

Кислород используется при дыхании живых организмов, участвует в процессах окисления и горения. С возрастанием высоты воздух разрежается, содержание элементов в единице объёма уменьшается, однако химический состав с высотой почти не меняется. Это происходит потому, что воздух является смесью газов, а не химическим соединением.

Основной объём атмосферы составляет *азот* — чрезвычайно инертный газ, вследствие наличия прочной тройной связи между двумя атомами в молекуле. Он служит «разбавителем» кислорода, не поддерживает процессы горения и дыхания. В окружающей среде происходит непрерывный круговорот азота: под влиянием электрических

разрядов он трансформируется в оксиды азота, поступающие в виде осадков в почву, где преобразовываются в органические соединения, после разложения органических соединений азот восстанавливается и опять поступает в атмосферу. Важный путь фиксации азота атмосферы обеспечивается микроорганизмами (*биологический азот*).

Содержание *углерода диоксида* (углекислого газа) в воздушной среде влияет на тепловой баланс Земли несмотря на то, что его содержание незначительно в атмосферном воздухе и находится в пределах 0,04 %. Содержание углекислого газа в воздухе является также косвенным показателем его чистоты. Концентрация диоксида углерода в объёме 0,1 % общепринятая в гигиенической практике максимально допустимая его величина, отражающая физические свойства воздуха в помещениях.

Изменение состава атмосферы возникает под влиянием естественных источников (космическая пыль, извержения вулканов и др. подземных источников, выветривание земной коры, пылевые бури, микроорганизмы, прижизненные выделения биоты) и в результате антропогенного загрязнения, которое стали регистрировать со второй половины XIX в., в связи с изменением её пылевого и газового состава.

3.1. Проблема глобальных климатических изменений

Изменение климата — это глобальная экологическая проблема, заключающаяся в отклонении погодных параметров от многолетних показателей. Подобные климатические явления приводят к нарушению функционирования экосистем и возникновению других проблем. Климатические изменения на Земле уже происходили неоднократно. На протяжении истекшего миллиона лет на Земле было десять больших и других, менее значительных, периодов оледенения. Причины этих явлений впервые были исследованы сербским учёным М. Миланковичем (1879–1958 гг.).

Периодические изменения климата зависят от количества тепла, получаемого от Солнца. Последнее связано с циклическими изменениями угла наклона земной оси, периодами приближения Земли к Солнцу, изменениями формы орбиты нашей планеты от эллиптической до почти круглой. Эти явления происходят в результате действия других планет, в первую очередь Юпитера и Сатурна, а также Солнца и Луны. Большинство климатологов полагает, что *циклы Миланковича* являются основной причиной для начала и окончания периодов резких изменений климата, которые следуют за наблюдаемыми периодами изменения орбит Земли и других планет.

Периодические изменения климата зависят также от циклов, непосредственно связанных с *изменением солнечной активности*. Несмотря на то, что при повышении и понижении активности Солнца, оно выделяет практически одинаковое количество теплоты, повышение солнечной активности приводит к потеплению, а понижение — к похолоданию. Объяснение этому дал датский учёный Э. Фрис-Кристенсен (1944–2018 гг.).

При спокойном Солнце космические лучи проникают глубоко в атмосферу и ионизируют капельки воды, что способствует образованию облаков и интенсифицирует отражение солнечных лучей. При активном Солнце заряженные потоки его частиц имеют высокую активность, образуется «солнечный ветер», который отклоняет космические лучи. В результате уменьшается облачность и происходит потепление.

Последняя ледниковая эпоха в Северной Европе началась около 115 тыс. лет тому назад и закончилась около 12 тыс. лет назад. Ледниковые катастрофы, периодические случавшиеся на Земле до четвертичного периода включительно, были связаны также с активизацией *вулканической деятельности*. Однако в последние годы темпы изменения средней температуры на поверхности Земли превысили то, что раньше происходило в течение нескольких тысячелетий. Так, за последние 100 лет средняя температура повысилась на 0,8 °C, а за последние десять лет на 0,3–0,4 °C.

Обращает на себя внимание факт, что каждый год становится теплее предыдущего. Увеличение средней годовой температуры атмосферы сильнее ощущается над материками, чем над поверхностью океанов вследствие большой теплоёмкости воды. Зона вечной мерзлоты уже сместилась к северу на сотни километров. В последние годы Северный Ледовитый океан наступает на сушу со скоростью 3–6 м за лето. Многие государства уже приняли на себя обязательства об ограничении эмиссии парниковых газов, прежде всего, диоксида углерода несмотря на то, что это может отразиться на состоянии их экономики.

Большинство эффектов, влияющих на климат, в природных системах не вызывают пропорциональных изменений. Как, например, *эффект альбедо*, когда солнечные лучи отражаются поверхностью ледяного покрова и возвращаются обратно в космос. При увеличении температуры лёд и снег начинают таять вблизи полюсов. Происходит замена среды с высоким альбедо (80–90 %) на среду с меньшей отражающей способностью — воду (~70 %) или землю (~35 %).

Возникает известный эффект появления пятен на тротуаре или нанесения на тротуар, покрытый снегом, частичек золы. Уменьшение отражения солнечной радиации приводит к увеличению количества теплоты, поглощаемой поверхностью Земли. Более отдалённой и более

опасной перспективой является нарушение режима теплового переноса от экватора к полюсам — снижение КПД так называемых *тепловых машин погоды*, преобразующих тепловую энергию в механическую.

Ещё один эффект, влияющий на изменение климата, — *действие паров воды*. Более нагретый воздух содержит больше паров воды, что увеличивает давление насыщаемых его паров. Это увеличивает количество облаков и их альбедо, однако создаёт также дополнительный парниковый эффект за счёт задержки инфракрасного излучения от поверхности Земли. При снижении температуры атмосферы с 15 °С до 1 °С равновесное давление паров воды уменьшается на 6 %, а при увеличении температуры на 1 °С указанное давление увеличится на 7 %.

Описанная неравновесность обеспечивает положительную обратную связь в поддержании температуры, кроме известного эффекта *переноса теплоты*. Если каким-либо образом удалить пары воды из атмосферы, их масса восстановится на протяжении нескольких недель.

Исследования, выполненные спутниками, и фотографии, сделанные космонавтами, показывают, что около 67 % поверхности планеты постоянно покрыто облаками. Таким образом, высокое альбедо поверхности облаков существенно снижает солнечную радиацию, что позволяет регулировать облачность и соответственно количество теплоты, приходящей на Землю.

3.2. Загрязнение атмосферы и его экологические последствия

Практически все предприятия промышленности, не зависимо от отрасли, все виды транспорта, энергетики, коммунальное хозяйство представляют собой группу мощных источников антропогенного загрязнения атмосферы. В настоящее время основными *источниками загрязнения атмосферы* являются чёрная и цветная металлургия, тепловые электростанции, автомобильный транспорт, нефтедобывающие, нефтеперерабатывающие и химические предприятия, а также лесные пожары и вулканы.

Загрязняющие вещества (газы, частицы, биоагенты) делят на первичные, которые поступают в атмосферу непосредственно, и вторичные, образующиеся в результате химических превращений первичных. Наиболее опасными в экологическом отношении являются такие загрязнители как оксиды азота, соединения серы (сероводород, оксиды) и углерода (углекислый и угарный газ), углеводороды (бензол, толуол, ксилол) и их галогенпроизводные (хлорфторуглеводороды, фреоны), металлы (металлическая пыль, тяжёлые металлы). Серьёзную

опасность представляет процесс *металлизации атмосферы* в результате попадания в неё металлической пыли.

Некоторые газы в составе атмосферы, прежде всего, водяной пар, углекислый газ, двуокись азота и метан обладают свойством пропускать видимое солнечное излучение и задерживать тепловое излучение нагретой земной поверхности, что приводит к разогреву нижних слоёв атмосферы. Этот эффект называют *парниковым эффектом*, а вызывающие его вещества — *парниковыми газами*, поскольку они действуют подобно плёнке в парнике. За последние десятилетия стало очевидно, что человеческая деятельность может оказывать заметное *влияние на глобальный климат* в результате сжигания ископаемого топлива, изменений в землепользовании и сельском хозяйстве. В конце XX в. о парниковом эффекте и о связанном с ним *глобальном потеплении* заговорил весь мир. Главной причиной нынешнего потепления подавляющее большинство климатологов называли антропогенный фактор, а именно — увеличение парниковых газов в атмосфере. Но кроме этого объяснения существуют и другие взгляды на возникновение этой проблемы.

Диоксид углерода растворяется в морской (океанической) воде в основном вблизи полюсов и удаляется из воды вблизи экватора. Ежегодно примерно 88 млрд т углерода освобождается с поверхности океана и 90 млрд т поглощается. Таким образом, общий баланс по диоксиду углерода оценивается как поглощение 2 млрд т CO_2 ежегодно. Однако следует учесть временной интервал между поглощением и выделением CO_2 . В настоящее время в широтах, близких к экватору, выделяется тот CO_2 , который был поглощён несколько сот лет назад в высоких широтах (на полюсах).

Действие отдельных газов в проявлении парникового эффекта не отличается аддитивностью. Вклад отдельных веществ может быть оценён по компьютерной модели изменения *абсорбции инфракрасных лучей* при предположении, что один из газов удалён, а другие при этом остались в неизменном состоянии (табл. 3.1.).

Изменение влияния отдельных газов можно оценить следующим образом. Если удалить весь CO_2 из атмосферы, адсорбция инфракрасного излучения уменьшится на 9 %, а если удалить все парниковые газы за исключением CO_2 , то инфракрасное излучение уменьшится на 74 %. Таким образом, эффект присутствия CO_2 может быть от 9 до 26 %. При оценке влияния паров воды получаем два значения: 36 и 66 %. Таким образом, влияние паров воды на парниковый эффект более ощутимо: от $36/9 = 4$ до $66/26 = 2,5$ раза. А если оценивать и облачность, то это влияние ещё более усиливается.

Ежегодно на планете сжигается примерно 9 млрд т ископаемого топлива. В результате окисления углерода в атмосферу поступает примерно 24,7 млрд т диоксида углерода (CO_2). Кроме этого, в результате горения лесных массивов в атмосферу поступает ещё 1,7 млрд т CO_2 . Концентрация диоксида углерода в атмосфере нач. XX в. составила 0,029 %, а уже к концу этого века она повысилась до 0,035 % и в настоящее время составляет примерно 0,04 %. Если скорость изменения концентрации CO_2 в атмосфере сохранится, можно ожидать повышения диоксида углерода в 2050 г. до уровня 0,0479 %, а до конца нынешнего века до — 0,0615 %.

Таблица 3.1. Вклад отдельных составляющих в парниковый эффект

Компоненты возможного удаления	Доля снижения абсорбции инфракрасного излучения, %	Удалённая составляющая	Доля снижения абсорбции инфракрасного излучения, %
Без удаления компонентов	0	Озон	3
Пары воды	36	Все, кроме озона	93
Все, кроме паров воды	34	Другие парниковые газы	2
CO_2	9	Облака	16
Все, за исключением CO_2	74	Все, за исключением паров воды, плюс облака	15
Пары воды и CO_2	53	Все	100

Повышение температуры на планете приводит также к потенциальному *закислению океанской воды* и снижению её поглотительной способности по отношению к CO_2 . Несмотря на то, что океанская вода представляет собой буферную систему, с течением времени может произойти исчерпание её *ёмкости поглощения* по диоксиду углерода за счёт снижения щёлочности и повышения активности водородных ионов (pH). Это приведёт к закислению воды и исчезновению некоторых видов гидробионтов, также произойдёт перераспределение CO_2 между океаном и атмосферой. В настоящее время количество диоксида углерода в океане примерно в 500 раз больше, чем в атмосфере, и эта разница постепенно может нивелироваться.

Разрушение озонового слоя (экрана) Земли является ещё одной из глобальных экологических проблем. Озон (O_3) образуется главным образом в стратосфере из молекулярного кислорода (O_2) путём

присоединения к нему атомарного кислорода, появляющегося под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца (фотодиссоциация молекулярного кислорода). Поглощая это излучение, озон защищает всё живое от жёсткого ультрафиолетового излучения, а также влияет на распределение температуры в верхних слоях атмосферы.

Истощение озонового слоя происходит в результате разрушения озона ($O_3 \rightarrow O_2$) при взаимодействии с атомами хлора, которые образуются на свету из *фторхлоруглеводородов*, или *фреонов* ($CFCl_3$, CF_2Cl_2), применяемых в качестве хладагентов в холодильных установках, лаках и красках бытовой химии. Над Антарктидой и некоторыми арктическими регионами существуют зоны, в которых озоновый слой либо значительно тоньше нормы, либо может отсутствовать вообще — так называемые «*озоновые дыры*».

Реально в атмосфере отдельного озонового слоя нет, существует достаточно широкая область на высоте 20–45 км, где концентрация озона максимальна. Общее количество озона в атмосфере оценивается всего в $300 \cdot 2,69 \cdot 10^{16}$ молекул озона на квадратный сантиметр поверхности Земли. если бы удалось собрать весь озон атмосферы около поверхности Земли, то получилась бы сферическая оболочка толщиной всего около 3,0 мм.

Выпадающие на поверхность Земли атмосферные осадки, которые содержат кислотообразующие вещества и поэтому имеют pH менее 5, называют *кислотными осадками*. Проблему их возникновения относят к числу трансграничных или региональных последствий загрязнения атмосферы. Основные кислотообразующие вещества атмосферы — серы (IV) оксид, или сернистый газ (SO_2), и оксиды азота. При взаимодействии с атмосферной влагой сернистый газ образует сернистую кислоту (H_2SO_3), которая затем окисляется до серной кислоты (H_2SO_4), а оксид азота — азотную кислоту (HNO_3). Воздушные массы переносят кислотообразующие вещества на большие расстояния, и кислотные осадки могут выпадать вдали от источников выбросов.

Кислотные дожди вызывают подкисление почв, снижение прироста леса и урожайности сельскохозяйственных культур, обедняют состав биоты водоёмов. Кроме того, они переводят в растворимое состояние соединения тяжёлых металлов и почве, которые усваиваются растениями, а затем с пищей попадают в организм животных и человека, вызывая у них болезни.

Кислотные дожди разрушают памятники архитектуры. Список разрушений достаточно велик: мраморные античные храмы Афин, построенный из известняка Собор Святого Павла в Риме, королевский дворец в Амстердаме, Вестминстерское аббатство и Тауэр в Лондоне, архитектурный комплекс Тадж-Махал в Индии и др. В настоящее время от кислотных дождей в Европе пострадало 35 % общей площади лесных

массивов континента. В некоторых странах доля поражённых лесов составляет более половины общей площади их массивов.

В ряде случаев кислотные дожди могут быть полезными: в районах распространения карбонатных, а особенно щелочных почв они снижают щёлочность, увеличивая подвижность элементов питания, их доступность для растений. Азот, содержащийся в осадках, при этих условиях становится нитритно-нитратным удобрением.

На фоновое загрязнение воздуха (парниковые газы, оксиды азота и серы), охватывающее площади континентов или всего мира, накладываются крупные пятна локальных загрязнений. Это в основном проблема больших городов и крупных промышленных предприятий и узлов. Возникла она как одна из первых экологических проблем в промышленно развитых странах.

Смог (от англ. smoke — дым, fog — туман), или *фотохимический туман*, — видимое загрязнение нижних слоёв атмосферы над городами при недостаточной циркуляции воздуха. Он содержит дым, сернистый и другие газы, твёрдые частицы. Впервые это явление наблюдалось в Лондоне в 1952 г., когда при густом тумане от острого бронхита и других серьёзных осложнений погибло 4 тыс. человек.

Лондонский тип смога возникает зимой в крупных промышленных городах при отсутствии ветра и наличии *температурной инверсии*, когда температура на высоте 300–400 м повышается и препятствует рассеиванию загрязняющих веществ. Другой тип смога — Лос-Анджелесский — возникает при более низких концентрациях загрязнителей и более сухом воздухе (летом), когда при воздействии солнечной радиации на воздух, перенасыщенный загрязнителями, в безветренную погоду начинают образовываться различные *фотооксиданты*, опасные для здоровья.

Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определенных физико-географических условиях и наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, нитритов, нитратов, углеводородов, фенолов, озона и др. Основным источником его возникновения являются выхлопные газы автомобилей. В Лос-Анджелесе порядка 270 дней в году наблюдается смог, город расположен в низине, окружён со всех сторон холмами. Также смог характерен для Нью-Йорка, Сеула, Парижа, Афин, Токио и др. современных мегаполисов.

Смог по своему физиологическому воздействию на человеческий организм крайне опасен, особенно для дыхательной и кровеносной системы, может служить причиной преждевременной смерти городских жителей с ослабленным здоровьем.

Экологическое действие загрязняющих веществ может проявляться по-разному; оно может проявляться на организменном, популяционно-видовом уровне, затрагивать биоценозы, экосистемы и биосферу в целом.

На уровне отдельного организма может происходить нарушение физиологических функций, изменение поведения особей, снижение темпов роста и развития, снижение устойчивости к воздействиям иных неблагоприятных факторов внешней среды. На уровне популяций загрязнение может вызывать изменение их численности и биомассы, рождаемости, смертности, изменения структуры, годовых циклов миграций и ряда других функциональных свойств.

На биоценотическом уровне загрязнение сказывается на структуре и функциях сообществ. Одни и те же загрязняющие вещества по-разному влияют на различные компоненты сообществ. Соответственно меняются количественные соотношения в биоценозе, вплоть до полного исчезновения одних форм и появления других. Изменяется пространственная структура сообществ, детритные цепи начинают преобладать над пастбищными, элиминация над продукцией биомассы. В конечном счёте, происходит деградация экосистем как элементов среды обитания человека, снижение их роли в формировании биосферы и хозяйственном отношении.

3.3. Охрана атмосферы от антропогенных воздействий

По оценкам Всемирной организации здравоохранения ещё в 1991 г. около 70 % жителей городов Земли столкнулись с воздухом, который содержал оксиды серы, углерода, азота и других вредных для здоровья веществ-загрязнителей. В наши дни объёмы и скорость выбросов загрязняющих атмосферу веществ превосходят возможности биосферы по их разбавлению и нейтрализации, поэтому необходимо внедрение специальных мер по устранению загрязнения атмосферы.

Российский законодатель определяет *охрану атмосферного воздуха* как систему мер, осуществляемых органами государственной власти и органами местного самоуправления, а также юридическими и физическими лицами в целях улучшения качества атмосферного воздуха и предотвращения его вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду.

Сегодня основные усилия сосредоточены на *предупреждении вредных выбросов* в атмосферу путём применения пылеочистного и газоулавливающего оборудования, замкнутых циклов производства, отказа от хлорфторуглеродов в аэрозолях и холодильных установках, исключения добавки тетраэтилсвинца к топливу, внедрения

электротранспорта, солнечных батарей. Деятельность по реализации целей охраны атмосферы, должна координироваться с учётом потребностей социально-экономического развития избегать при этом негативных последствий, носить комплексный характер и полностью учитывать приоритетные потребности развивающихся стран в области достижения устойчивого экономического развития.

К мероприятиям по *рациональному использованию атмосферы* следует, отнести следующие:

- значительное сокращение объёмов сжигаемых природных углей и нефтяных продуктов, действенная борьба с лесными пожарами;
- перевод автотранспорта с жидкого топлива на газ и электрическую энергию, энергетических предприятий — на использование природного газа, ядерного горючего, энергии вод, ветра, Солнца;
- рекуперация дымов заводов и фабрик, очистка выбросов от вредных компонентов;
- снижение выпуска озонразрушающих веществ;
- рациональное размещение производств, экологически грамотное градостроительство;
- создание безотходных и малоотходных производственных циклов, и комплексов;
- создание постоянно действующих, дистанционных и достаточно автоматизированных средств контроля воздуха.

Перечисленные мероприятия общеизвестны, однако степень их освоения в значительной мере зависит от организационной и эколого-просветительской деятельности государственных структур и общественных организаций. Обеспокоенность проблемами, связанными с изменением и колебаниями климата, загрязнением воздуха и разрушением озонового слоя, требует дополнительных научных, экономических и социальных усилий в данной области. Необходимо добиться более глубокого понимания и точного прогнозирования ключевых процессов в атмосфере, затрагивающих экосистемы, их влияние на здоровье человека и связь с социально-экономическими факторами.

Расширение международного экологического сотрудничества, углубление понимания экономических и социальных последствий атмосферных изменений, а также разработка мер по смягчению этих последствий, позволяют эффективно решать вопросы охраны атмосферы как одного из условий существования жизни на Земле. Правительствам в сотрудничестве с международными, межправительственными, неправительственными организациями и гражданским обществом следует:

- содействовать проведению исследований естественных процессов, влияющих на атмосферу, касающихся связи между атмосферными

изменениями и устойчивым развитием, включая воздействие на экосистемы, здоровье человека и общество в целом;

- обеспечить сбалансированный географический охват Глобальной сети наблюдения за климатом и её компонентов, в том числе Глобальной службы наблюдения за атмосферой; содействовать развитию, использованию и доступности этих баз;

- укреплять потенциал по прогнозированию атмосферных изменений и колебаний, оценке их экологических и социально-экономических последствий;

- способствовать разработке методологии по выявлению пороговых уровней веществ, загрязняющих атмосферу, а также уровня концентрации парниковых газов;

- участвовать в обмене научными данными и информацией, в профессиональной подготовке экспертов и технического персонала в области исследований и наблюдений.

3.4. Методы обеспечения безопасности атмосферного воздуха

В настоящее время выделяют два основных направления по обеспечению безопасности атмосферного воздуха от загрязнений: 1) сокращение абсолютных выбросов и 2) обезвреживание выбросов, содержащих вредные вещества.

При этом следует отметить, что сокращение абсолютных выбросов можно решать путём применения более прогрессивных технологий, систем, схем производства и оборудования. Второе направление связано с применением, в первую очередь, сорбционных методов с утилизацией извлекаемых компонентов, а в отдельных случаях — за счёт сжигания.

Сегодня широко применяются газо-, пыле- туманоулавливающие аппараты и системы. Методы очистки промышленных выбросов и газообразных примесей по характеру протекания физико-химических процессов делятся на четыре группы:

1. *Методы абсорбции* — заключаются в разделении газовой смеси на составные части путём поглощения одного или нескольких газовых компонентов в этой смеси поглотителем (абсорбентом) с образованием раствора.

2. *Методы хемосорбции* — основаны на поглощении газов и паров твёрдыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений.

3. *Методы адсорбции* — основаны на физических свойствах некоторых твёрдых тел с микроскопической структурой селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты из газовой смеси.

4. *Каталитические методы* — связаны с превращением токсичных компонентов промышленных выбросов в вещества безвредные или менее вредные для окружающей среды путём введения в систему дополнительных веществ — катализаторов. Каталитические методы основаны на взаимодействии удаляемых веществ с одним из компонентов, присутствующих в очищаемом газе, или со специальным добавлением в смесь веществ на твёрдых катализаторах.

Безусловно, реконструкция и перевооружение работающих предприятий требует соответствующих инвестиций. Кроме того, для эффективной защиты атмосферы от негативного антропогенного воздействия могут применяться следующие подходы.

1. *Экологизация технологических процессов:*

- создание замкнутых технологических циклов, малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных веществ;

- уменьшение загрязнения от тепловых установок: централизованное теплоснабжение, предварительная очистка топлива от соединений серы, использование альтернативных источников энергии, переход на топливо повышенного качества, например, с угля на природный газ;

- уменьшение загрязнения от автотранспорта: использование электротранспорта, очистка выхлопных газов, использование каталитических нейтрализаторов для дожигания топлива, разработка водородного транспорта, перевод транспортных потоков за город.

2. *Очистка технологических газовых выбросов от вредных примесей.*

3. *Рассеивание* газовых выбросов в атмосфере осуществляется с помощью дымовых труб высотой более 300 м. Это временное, вынужденное мероприятие, которое осуществляется вследствие того, что существующие очистные сооружения не обеспечивают полной очистки выбросов от вредных веществ.

4. *Устройство санитарно-защитных зон.*

5. Выбор правильного *архитектурно-планировочного решения* — правильное взаимное размещение источников выбросов и населённых мест с учётом розы ветров, сооружение автомобильных дорог в обход населённых пунктов и др.

Для решения задач по снижению загрязнения атмосферного воздуха необходимо наличие высококачественного оборудования для очистки выбросов: 1) устройства для очистки газовых выбросов от аэрозолей (пыль, зола, сажа и др.); 2) устройства для очистки выбросов от газо- и парообразных примесей (NO , NO_2 , SO_2 , SO_3 и др.).

Сухие пылеуловители предназначены для грубой механической очистки от крупной и тяжёлой пыли. Принцип работы — оседание частиц

под действием центробежной силы и силы тяжести. Широкое распространение получили *циклоны* различных видов: одиночные, групповые, батарейные.

Фильтры предназначены для тонкой очистки газов за счёт осаждения частиц пыли (до 0,05 мкм) на поверхности пористых фильтрующих перегородок. По типу фильтрующей загрузки различают тканевые фильтры (ткань, войлок, губчатая резина) и зернистые. Выбор фильтрующего материала определяется требованиями к очистке и условиями работы: степень очистки, температура, агрессивность газов, влажность, количество и размер пыли и т.д.

Электрофильтры — эффективный способ очистки от взвешенных частиц пыли (0,01 мкм), от масляного тумана. Принцип действия основан на ионизации и осаждении частиц в электрическом поле. У поверхности коронирующего электрода происходит ионизация пылегазового потока. Приобретая отрицательный заряд, частицы пыли движутся к осадительному электроду, имеющему знак, противоположный заряду коронирующего электрода. По мере накопления на электродах частицы пыли падают под действием силы тяжести в сборник пыли или удаляются встряхиванием.

В основу способов очистки от газо- и парообразных примесей положены *адсорбционно-каталитические методы*. Очистка от примесей с помощью каталитического метода происходит путём превращения токсичных компонентов промышленных выбросов в безвредные или менее вредные вещества через введение в систему катализаторов:

- каталитическое дожигание CO до CO₂;
- восстановление NO_x до N₂.

Абсорбционный метод основан на поглощении вредных газообразных примесей жидким поглотителем (абсорбентом). В качестве абсорбента, например, используют воду для улавливания таких газов как NH₃, HF, HCl. Этот метод позволяет извлекать вредные компоненты из промышленных выбросов с помощью адсорбентов — твёрдых тел с ультрамикроскопической структурой (активированный уголь, цеолиты, Al₂O₃).

3.5. Системы улавливания и хранения углекислого газа

XX конференция сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата, состоявшаяся в Париже (2015 г.), была объявлена успешной. Все 195 стран, присутствовавших в Париже, согласились с призывами ослабить общемировые выбросы загрязняющих веществ, сдерживать повышение мировой средней температуры ниже 2 °С, прилагать усилия для

ограничения увеличения температуры до 1,5 °C сверх доиндустриального уровня. Однако ничего не было сказано о мерах для реализации этих целей. Не было достигнуто соглашения о необходимости налогообложения на сжигание ископаемого топлива и свёртывания субсидий на него.

По существующим расчётам, если все страны будут придерживаться парижских договорённостей, существует возможность сдерживать средний рост температур в мире до 3 °C выше уровня, имевшегося до начала индустриализации, однако не ранее, чем во второй половине текущего века. При этом такое потепление уже может нести катастрофические последствия.

Для того чтобы достичь парижских целей, миру нужна быстрая и всесторонняя трансформация его производительной и потребительской систем. Во избежание превышения цели в 2 °C углеродная мощность мировой экономики должна снижаться по крайней мере до 6,2 % ежегодно. Для выполнения цели в 1,5 °C потребовалось бы снизить тот же показатель до 10 % в год. За период с 2000 по 2013 гг. эта цифра составила всего 0,9 %.

Предотвращение климатических изменений потребует таких крупномасштабных действий, что никакая уже существующая или новая технология сама по себе не сможет быть решением. Нужно быстрое и согласованное развёртывание ряда энергетических и неэнергетических технологий. Если человечеству не удастся воплотить в жизнь план быстрых и интенсивных действий, необходимых для декарбонизации экономики, остаются две альтернативы: *геоинженеринг* и крупномасштабное развёртывание технологий с *негативной эмиссией* CO₂.

Если выбрасывается меньше CO₂, чем забирается из атмосферы, то в глобальном масштабе мы получаем так называемую негативную эмиссию. В настоящее время между учёными существует консенсус по поводу реализации подобной технологии, которая может стать решающим фактором для ограничения размера антропогенных климатических изменений.

Секвестрация углерода — это долгосрочное его хранение в природных поглотителях — в растениях, почве, геологических образованиях и океане. При почвенной секвестрации углерода происходит перевод атмосферного углекислого газа в живое органическое вещество растений с последующей трансформацией, формирующей массы в гумус с периодом полной минерализации составляющих его новообразованных компонентов от 10 до 100 лет. Современные исследования выделяют целый спектр стратегий секвестрации, включающий физико-химический, геологический и биологический способы.

Физико-химические подходы к секвестрации углерода в основном применяются в промышленности, энергетике и транспорте для

уменьшения новой эмиссии и включают применение адсорбентов и сепарирующих мембран для улавливания, компрессии и транспортировки парниковых газов. Биологические и геологические методы позволяют снижать объем накопленных в атмосфере газов. *Геологические методы* предполагают закачивание парниковых газов в подземные хранилища (например, в выработанные месторождения). *Биологические методы* секвестрации опираются на использование потенциала природных живых систем для связывания углерода. Растения, водоросли, бактерии в почве и в придонном иле являются естественными «устройствами» поглощения парниковых газов.

Улавливание и хранение диоксида углерода (CO₂) — это процесс, включающий отделение CO₂ от промышленных и энергетических источников, транспортировку к месту хранения и долгосрочную изоляцию от атмосферы. Цель улавливания диоксида углерода заключается в создании концентрированного потока CO₂ высокого давления, который можно легко транспортировать к месту хранения. Транспортировка и закачка под землю газового потока, содержащего низкие концентрации CO₂, с учётом расходов на энергию нецелесообразно. Поэтому для целей транспортировки и хранения необходимо создавать почти чистый поток газа.

В наши дни уже функционируют установки для сепарации CO₂, включая устройства для переработки природного газа и производства аммиака. В настоящее время диоксид углерода, как правило, абсорбируется для очистки других потоков промышленных газов. Процессы улавливания всегда применялись для получения коммерчески выгодных количеств CO₂ из потоков дымовых газов, образующихся в результате сжигания угля или природного газа. Сегодня на многих крупных энергоустановках (более 500 МВт) отсутствуют какие-либо приспособления для улавливания диоксида углерода.

В зависимости от выбранного процесса и применения энергоустановки существуют три основные *концепции улавливания диоксида углерода*, образующегося из первичного ископаемого топлива (уголь, природный газ или нефть), смеси видов топлива или биомассы.

Системы улавливания после сжигания отделяют CO₂ от дымовых газов, образующихся в воздухе в результате сжигания первичного топлива. В этих системах обычно используется жидкий растворитель для захвата небольшой доли диоксида углерода (обычно 3–15 % по объёму), присутствующего в потоке дымового газа, в котором главной составляющей является азот (из воздуха). В современной энергоустановке, работающей на угольной пыли или энергоустановке с комбинированным циклом природного газа, в существующих в настоящее время системах

улавливания после сжигания обычно применяется органический растворитель, такой как *моноэтаноламин*.

В *системах улавливания до сжигания* осуществляется обработка первичного топлива в реакторе с потоком, насыщенным воздухом или кислородом, для создания смеси, состоящей главным образом из окиси углерода и водорода («синтетический газ»). Дополнительный водород наряду с диоксидом углерода образуется в результате реакции окиси углерода с потоком во вторичном реакторе. После этого получившаяся смесь водорода и CO_2 может быть разделена на газовый поток диоксида углерода и поток водорода. Хотя первоначальные этапы преобразования топлива являются более сложными и дорогостоящими по сравнению с системами, действующими после сжигания, образующиеся при помощи смещённого реактора высокие концентрации CO_2 (обычно 15–60 % по объёму на сухой основе) и высокое давление, создают более благоприятные условия для сепарации диоксида углерода.

В *системах сжигания с обогащением топлива кислородом* вместо воздуха для сжигания первичного топлива используется кислород для получения дымового газа, который состоит главным образом из водяного пара и диоксида углерода. Благодаря этому дымовой газ характеризуется высокими концентрациями CO_2 (более 80 % по объёму). Затем водяной пар удаляется посредством охлаждения и компрессии газового потока. Сжигание топлива с обогащением кислородом требует сепарации кислорода от воздуха в начале технологической цепочки, при этом в большинстве современных конструкций предполагается использование кислорода с чистотой в 95–99 %. Перед отправкой диоксида углерода на хранение может потребоваться дополнительная обработка дымового газа для удаления загрязнителей воздуха и несжиженных газов (таких как азот) из дымового газа. На рисунке 3.1 представлена диаграмма основных процессов в системах улавливания углекислого газа. Все они требуют наличия этапа сепарации CO_2 , H_2 или O_2 от основного газового потока (такого как дымовой газ, синтетический газ, воздушный или неочищенный природный газ).

Эти этапы сепарации могут быть осуществлены при помощи физических или химических растворителей, мембран, твёрдых сорбентов или криогенного разделения. Выбор конкретной технологии улавливания определяется главным образом условиями процесса, в которых она должна действовать. Современные системы улавливания после или до сжигания, предназначенные для энергоустановок, могут улавливать 85–95 % образующегося диоксида углерода.

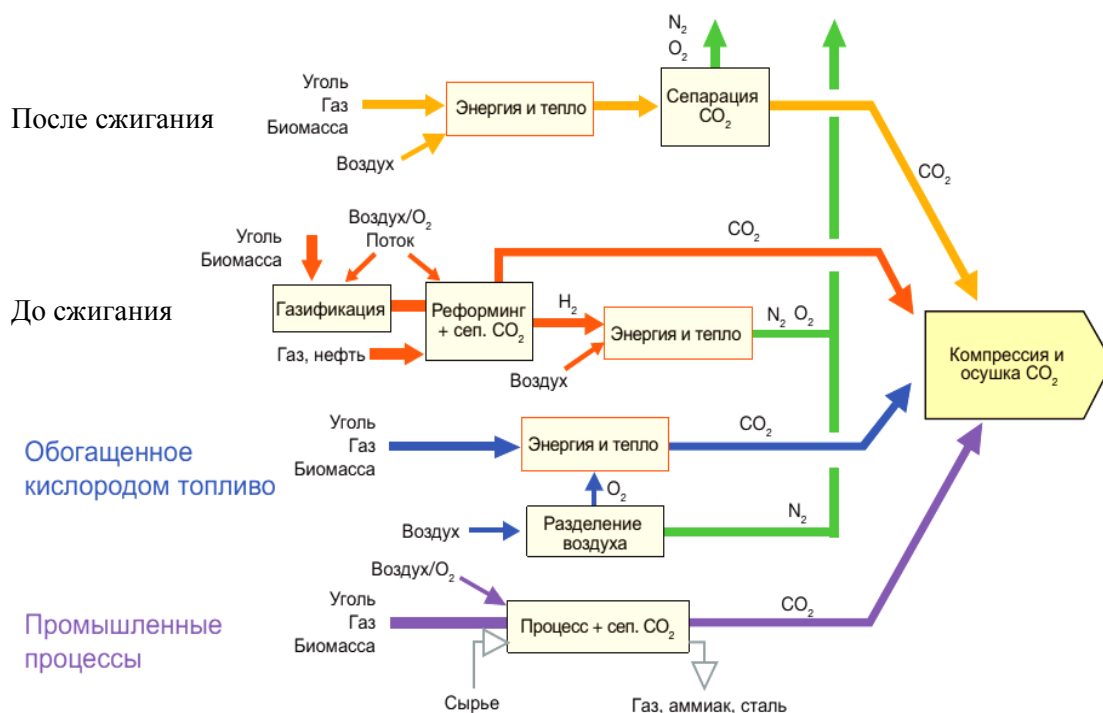


Рис. 3.1. Обзор процессов в системах улавливания диоксида углерода (CO₂)

Для улавливания и компрессии требуется больше энергии приблизительно на 10–40 % по сравнению с аналогичной установкой без улавливания, в зависимости от типа данной системы. Ввиду сопутствующих выбросов CO₂ чистый объем захваченного диоксида углерода составляет приблизительно 80–90 %. Системы сжигания топлива с обогащением кислородом в принципе могут улавливать почти весь образующийся CO₂.

Те же технологии, которые будут использоваться для улавливания до сжигания, применяются при крупномасштабном производстве водорода (который используется главным образом для получения аммиака и удобрений, а также на нефтеочистительных предприятиях).

Кроме того, могут применяться технологии с негативной эмиссией диоксида углерода (CO₂). *Выделение CO₂ с использованием ферментов* — метод, выбор которого имеет первостепенное значение для максимального достижения экологичности и рентабельности технологии. Ключевая роль в ферментном разделении диоксида углерода отводится ферменту-карбоангидразе, имитирующему природный фермент человеческих лёгких, который захватывает и выводит CO₂ из крови и тканей. Она катализирует химическую реакцию между диоксидом углерода и водой, преобразуя углекислый газ в бикарбонат, который затем может быть переработан в пищевую соду и мел. Для работы в промышленных условиях фермент иммобилизуется с растворителем внутри реактора. При прохождении

дымового газа через растворитель фермент превращает углекислый газ в бикарбонат.

Существенная роль в сокращении эмиссии углекислого газа и уменьшении негативных последствий для климата принадлежит технологиям захвата CO_2 до сжигания. Однако использование традиционных аминовых технологий увеличивает стоимость электроэнергии на 80 % и её расход на 25–40 %. Среди доступных альтернатив наиболее перспективно использование *мембранных систем для захвата CO_2 до сжигания*, не требующих серьёзных инвестиций по установке. Мембрана пропускает конденсирующиеся пары, но не пропускает неконденсируемые газы (метан, этан, азот и водород). Данный метод позволит существенно снизить негативное влияние выбросов углекислого газа на окружающую среду, сократит затраты на электроэнергию.

За исключением случаев, когда установки находятся непосредственно над местом геологического хранения, захваченный CO_2 должен быть доставлен из точки улавливания к месту хранения (рис. 3.2).

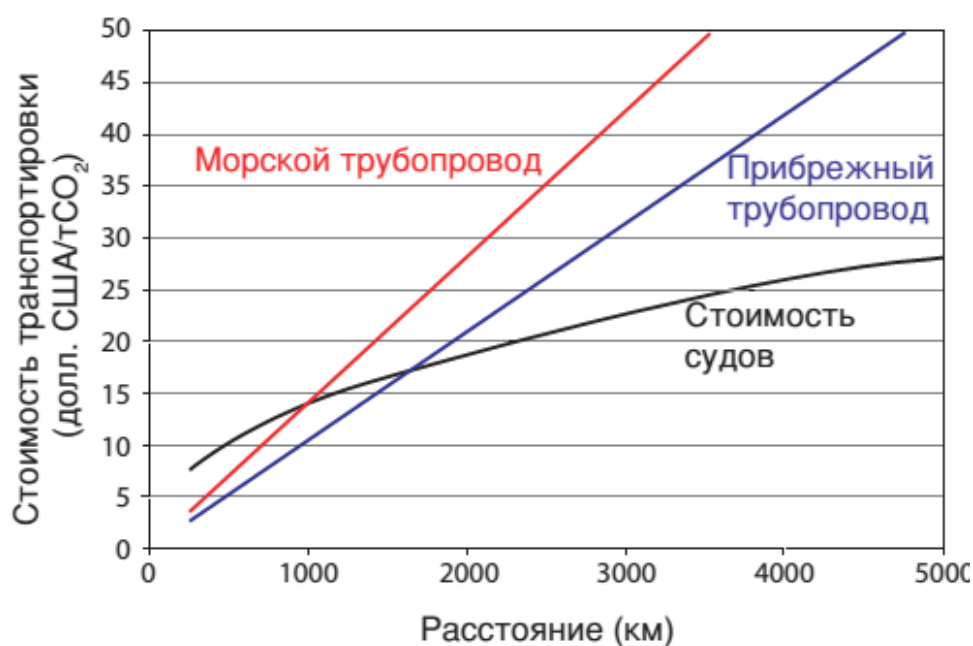


Рис. 3.2. Стоимость транспортировки диоксида углерода (CO_2)

Наиболее распространённым методом транспортировки диоксида углерода является трубопроводный. Газообразный CO_2 обычно сжимают до давления более 8 МПа, с тем чтобы предотвратить двухфазовые режимы потока и повысить плотность CO_2 , благодаря чему он становится более лёгким и менее дорогостоящим для транспортировки. Диоксид углерода может также перевозиться в виде жидкости судами,

автомобильным или железнодорожным транспортом, при этом перевозка CO_2 осуществляется в изолированных цистернах при температуре, которая значительно ниже температуры окружающей среды, и при гораздо более низком давлении.

В качестве вариантов геологического хранения диоксида углерода используются (рис. 3.3): резервуары нефти и газа, глубоко залегающие соленосные формации и не имеющие промышленного значения угольные пласты.

В каждом случае *геологическое хранение* CO_2 сопровождается его закачиванием в плотном состоянии в формацию породы, находящуюся ниже земной поверхности. Потенциальными кандидатами для хранения диоксида углерода являются пористые формации породы, которые удерживают или — как в случае выработанных нефтяных и газовых пластов — ранее удерживали жидкости, такие как природный газ, нефть или соляные растворы. Подходящие для хранения формации могут находиться как в береговых, так и морских седиментационных бассейнах (естественные крупные углубления в земной коре, заполненные осадками). Угольные пласты могут также использоваться для хранения CO_2 , когда отсутствует вероятность того, что уголь будет впоследствии разрабатываться, и при наличии достаточной непроницаемости.

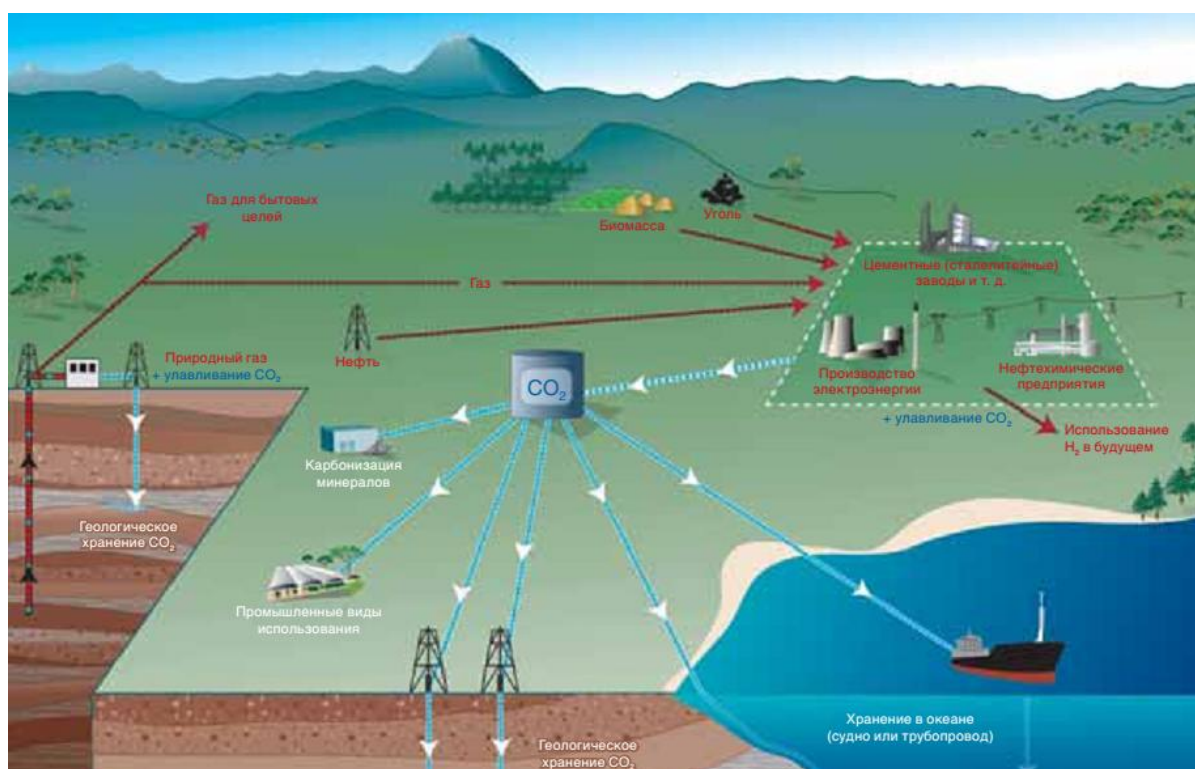


Рис. 3.3. Схема возможных систем хранения диоксида углерода (CO_2)

Геологическое хранение диоксида углерода осуществляется в рамках трёх проектов промышленного масштаба: *проект Слейпнера* в Северном море, *проект Уэйберна* в Канаде и *проект Ин-Салаха* в Алжире. Порядка 3–4 Мт CO_2 улавливается и хранится ежегодно в геологических формациях.

Для закачивания диоксида углерода в глубинные геологические формации применяются во многом те же самые технологии, которые были разработаны отраслью по разведке и добыче нефти и газа. При проектировании и осуществлении геологического хранения дальнейшее развитие получили технология бурения скважин, технология закачивания, компьютерная имитация динамических характеристик резервуара хранения и методы мониторинга существующих применений. Другие виды практики закачивания под землю также дают необходимый опыт работы.

Предполагается, что хранение CO_2 в резервуарах углеводорода или глубоко залегающих соленосных формациях обычно осуществляется на глубинах более 800 м, где в результате давления и температуры окружающей среды диоксид углерода находится в жидком или сверхкритическом состоянии. При этих условиях плотность CO_2 будет находиться в пределах 50–80 % от плотности воды. Это близко к плотности некоторых видов сырой нефти, и при этом возникают выталкивающие силы, которые стремятся направить диоксид углерода в верхнем направлении. Поэтому для обеспечения того, чтобы CO_2 оставался замкнутым под землёй, важно наличие хорошо герметизирующей перекрывающей породы над избранным для хранения резервуаром. При закачивании под землю диоксида углерода, он сжимается и заполняет пористое пространство в результате частичного вытеснения уже имеющихся в нем жидкостей. В нефтяных и газовых пластах вытеснение жидкости закачиваемым CO_2 может привести к освобождению большей части пористого объёма для его хранения. В соленосных формациях оценки потенциального объёма хранения являются более низкими и находятся в пределах от порядка нескольких процентов до более 30 % от общего объёма породы.

Парижское соглашение допускает биогенное улавливание и хранение диоксида углерода. Существует несколько ключевых направлений применения биологических методов: 1) возделывание и сбор урожая растительных культур для переработки в биотопливо и биоуголь; 2) целенаправленная культивация водорослей и бактерий для производства биотоплива; 3) восстановление живых экосистем, абсорбирующих углерод.

В результате хозяйственной деятельности человека объём растительной биомассы на планете существенно снизился — стремительно идёт обезлесение и опустынивание, из-за загрязнения пресноводных водоёмов, морей и океанов снижается адсорбирующая способность водных

экосистем. Восстановление экосистем — в частности, лесов и болот — является одним из наиболее многообещающих решений с точки зрения секвестрации углерода.

Согласно Парижскому соглашению, сокращение выбросов должно продолжаться, если этого не произойдёт, то выполнить задачи, поставленные в нём, не будет никаких возможностей. Если температурные рекорды не могут убедить людей в грядущем потеплении, то несколько исследований, проведённых в 2016 г., доказывают потепление океанов — избыток энергии, накопившейся в них, оказался огромен. Это означает, что избыток этой энергии останется на Земле ещё на века. Во многих уголках мира сегодня наблюдаются сильные засухи и серьёзные наводнения, связанные с изменениями климата. Невероятная тепловая волна была зарегистрирована в Арктике, с глобальным потеплением связывают также усилившиеся ураганы и тайфуны.

Контрольные вопросы и задания

1. Опишите состав и структуру атмосферы.
2. С чем связано глобальное изменение климата?
3. Назовите основные компоненты загрязнения атмосферы.
4. Охарактеризуйте современное состояние и перечислите экологические последствия загрязнения атмосферы.
5. Опишите механизм парникового эффекта.
6. Опишите вклад отдельных составляющих выбросов в парниковый эффект.
7. Объясните роль фторхлоруглеводородов в образовании озоновых дыр.
8. Какие газы вызывают кислотные осадки?
9. Назовите основные виды смога и особенности их возникновения.
10. Перечислите возможные меры охраны атмосферного воздуха от загрязнений.
11. Приведите характеристику методов абсорбции и адсорбции для очистки дымовых газов.
12. Опишите принцип каталитических методов очистки дымовых газов.
13. Объясните принцип действия электрофильтров.
14. Опишите принцип действия циклонов для очистки дымовых газов от пыли.
15. Расскажите о технологиях улавливания и хранения диоксида углерода.

Глава 4

ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОХРАНА ГИДРОСФЕРЫ

На поверхности Земли преобладает водное пространство. Все воды нашей планеты, включая Мировой океан, континентальные поверхностные воды, ледники и подземные воды, образуют *гидросферу* (от др.-греч. «вода» и «шар») — водную оболочку Земли. Гидросфера включает в себя химически не связанную воду.

Жизнь на нашей планете возникла в воде, что и обусловило её исключительное значение. Клетки живых организмов состоят на 60–98 % из воды. Строение всех биосистем связано с её уникальными свойствами, такими как полярность молекул, их способность к образованию водородных связей; большое поверхностное натяжение; высокая теплоёмкость, температура плавления и кипения. Вода — универсальный растворитель.

Общая площадь водных объектов на поверхности земного шара составляет более 75 % или $\frac{3}{4}$ поверхности планеты. По разным подсчётам доля пресной воды в общем количестве воды на Земле составляет 2–3 %, из них доступно для использования менее 1 %. Основные запасы пресной воды содержатся в ледниках (Антарктида, Гренландия, льды Арктики), а также в подземных водах, которые сейчас расходуются незначительно. Общий объём вод на Земле составляет около 1390 млн км².

Под воздействием солнечного излучения вода испаряется (больше всего из океанов) и в виде водяных паров поступает в атмосферу, а после конденсации в виде осадков возвращается на Землю. На суше часть её вновь испаряется, часть стекает с поверхности, а часть впитывается. Вместе с водой циркулируют и все вещества, содержащиеся в ней. В отличие от минеральных ресурсов, вода является возобновляемым природным ресурсом. В атмосфере обновление воды происходит за 8 дней, в реках — за 19 дней, в океанах — за 2650 лет, в ледниках — за 9700 лет. Гидрологическая система планеты в течение года переносит на сушу около 47 тыс. км³ воды.

Специалистов по вопросам охраны окружающей среды прежде всего интересуют экологические аспекты изучения гидросферы, в том числе загрязнённость поверхностных вод вредными веществами, а также самоочищение водных объектов. Среди основных *источников загрязнения гидросферы* в первую очередь указывают сточные воды промышленных предприятий, сельское хозяйство (скотоводство, применение удобрений и пестицидов) и бытовые сточные воды городов.

Водные ресурсы распределены неравномерно и в некоторых регионах планеты воды недостаточно. Даже в пределах одной страны

обеспеченность водными ресурсами сильно варьирует. Фактическая доступность пресной воды зависит от запасов вод в водохранилищах, от объёмов речного стока и пополнения запасов грунтовых вод.

В большинстве регионов всё ещё имеется достаточно воды для удовлетворения потребностей каждого человека, однако эти ресурсы необходимо эксплуатировать надлежащим образом. В современном мире растрачивается или неэффективно используется большое количество воды и зачастую темпы роста спроса на воду превышают темпы возможного естественного пополнения её запасов. И хотя борьба за контроль над водными ресурсами может приводить к возникновению конфликтов, история знает примеры того, как совместное использование водных ресурсов может способствовать развитию сотрудничества.

4.1. Загрязнение ресурсов гидросферы и его экологические последствия

Гидросфера представляет собой единую природную систему, в которой находятся в различных формах взаимосвязи все воды Земли. Они участвуют также в различных по величине и степени быстроты круговоротах, в ходе которых происходит их обновление. При этом воду относят к наиболее уязвимым компонентам природы. За последние десятилетия всё большую часть круговорота пресных вод стали составлять различные стоки и загрязнённые воды.

К наиболее опасным *загрязнителям вод* относятся:

- соединения мышьяка, свинца (в виде суспензий карбонатов, сульфатов, хлоридов), кадмия, ртути (диметилртуть накапливается в гидробионтах), хрома и меди;
- кислоты и щёлочи (изменение pH);
- удобрения (соединения фосфора и азота);
- сероводород;
- поверхностно-активные вещества (моющие средства);
- нефть и нефтепродукты (ароматические углеводороды, бензопирен).

Загрязняющие вещества из *газодымовых выбросов* попадают в водные объекты с атмосферными осадками и в процессе механического оседания. К ним относятся грубодисперсные загрязнители (зола, сажа, пыль), газы, которые при соединении с водой образуют кислоты (сернистый газ, оксиды азота).

Один из основных источников химического загрязнения водной среды — сельское хозяйство. Атмосферными осадками с полей ежегодно вымывается около 10 млн т минеральных удобрений. Попадая в водоёмы,

соединения азота и фосфора, составляющие основу удобрений, способствуют массовому размножению микроскопических водорослей и цианобактерий, вызывающих «цветение воды». *Эвтрофикация* — это антропогенное загрязнение водоёмов в результате увеличения концентрации биогенных элементов (фосфора и азота) и уменьшения содержания в воде кислорода, которое сопровождается её помутнением, замором рыбы, гибелью других организмов.

По источнику загрязнения *сточные воды* разделяют на сельскохозяйственные, промышленные, бытовые и атмосферные. Попадающие в природные воды загрязняющие вещества сточных вод ведут себя по-разному в зависимости от их состава. Большой вред водной среде наносят *органические осадки*. Опускаясь на грунт водоёмов и разлагаясь, они становятся благоприятной средой для размножения нехарактерных для данной экосистемы микроорганизмов.

Поверхностно-активные вещества — большая группа соединений, создающих отдельную проблему, связанную с загрязнением гидросферы сточными водами. В основном это синтетические моющие средства, понижающие поверхностное натяжение воды, что сопровождается пенообразованием. Эти соединения требуют большого количества кислорода для окисления.

Нефть и нефтепродукты — наиболее распространённые загрязняющие гидросферу вещества. Ежегодно в моря и океаны поступает около 6 млн т сырой нефти, каждый килограмм которой образует на поверхности плёнку до 1 га. Источники поступления нефти в моря — транспортировка, разработка нефтяных месторождений и речной сток. Помимо того, что углеводороды токсичны сами по себе, они способны растворять другие токсичные вещества — пестициды, диметилртуть.

Особым видом загрязнения гидросферы является *тепловое загрязнение*, которое возникает в результате спуска в водные объекты тёплых вод от энергетических установок. Огромное количества тепла существенно изменяет термический и биологический режим рек и озёр, причём, «лидируют» в этом направлении АЭС. В реках, которые являются объектами приёма сточных тёплых вод ТЭС и АЭС, нарушаются условия нереста рыб, многие рыбы поражаются болезнями и паразитами, страдает зоопланктон.

Особый характер имеет *глобальная проблема Мирового океана* — это комплексная проблема сохранения и рационального использования его пространств и ресурсов. Даже частичное решение проблемы Мирового океана требует значительных международных усилий. Моря в значительной степени загрязняются указанными выше сточными водами, нефтепродуктами и радиоактивными веществами. Всё это имеет

негативные последствия в виде снижения биологической продуктивности морей и океанов.

Мировой океан является важным источником биологических ресурсов, однако надежды на то, что их использование решит продовольственную проблему, не оправдались. Продуктивность Мирового океана оказалась намного ниже предполагаемой: количество добываемых биологических ресурсов в настоящее время близко к предельному. Рост населения в сочетании с повышением доли морских продуктов в общем потреблении пищевых продуктов в развитых странах привёл к стремительному увеличению вылова океанической рыбы.

Отдельный интерес приобрело изучение *загрязнения радиоактивными отходами* Мирового океана, где накапливается большинство попадающих во внешнюю среду искусственных радиоактивных веществ различной природы. Ещё в 1960–70 гг. захоронение отходов радиоактивного происхождения в Мировом океане было общепринято и считалось безопасным. Содержание радиоактивных веществ в Мировом океане, даже не превышающее допустимые международными стандартами нормы, вызывает обеспокоенность учёных и общественности.

Ежегодно в Мировой океан попадает более 8 млн т пластика. Так, в северной части Тихого океана формируется *Большое мусорное пятно* — сосредоточение морского мусора антропогенного происхождения. Большая его часть состоит из пластиковых частиц и микропластика, дрейфующих на поверхности воды. Этот пластик представляет большую опасность для морских обитателей. Основное количество отходов поступает в океан через реки — до 90 % морского пластикового мусора приносят 10 крупнейших рек мира.

Водные ресурсы представляют собой совокупность всех вод, пригодных для использования в народном хозяйстве. Развитие техносферы потребовало огромных объёмов пресной воды на производство единицы того или иного вида продукции.

В конце XX в. на целлюлозно-бумажных предприятиях Европы в среднем расходовалось 35 м³ пресной воды для производства 1 т бумаги, на металлургических комбинатах на 1 т стали — 220–245 м³. На производство 1 т цемента необходимо 2,0–13,5 м³; на 1 т кокса — 19–20 м³, на 1 т сахара — 18–25 м³ воды. Этот перечень можно продолжать и дальше, но необходимо отметить тот факт, что численность населения земного шара к настоящему моменту превысила 8,1 млрд жителей. Между тем с ростом населения увеличивается потребность в питьевой воде и продуктах питания, для производства которых также нужна пресная вода.

По прогнозам экспертов ООН к 2050 г. необходимость в пище и воде увеличится на 70 % и 20 % соответственно, при этом глобальное

водопотребление коснётся почти 90 % мировых ресурсов пресной воды. Огромная нагрузка ляжет и на грунтовые воды — в течение ближайших пятидесяти лет расход подземной воды увеличится втрое.

Если учесть, что каждый человек ежедневно должен пить от 2 до 4 л воды, а основная часть питьевой воды расходуется на производство необходимых продуктов питания и на производственные нужды, то *проблема доступа к водным ресурсам* становится настолько острой, что требует радикального переосмысления подходов к её решению. Ведь вода имеет важнейшее значение для развития, в том числе для сохранения природной среды и сокращения масштабов нищеты и голода. Без воды нельзя обеспечить здоровье и благосостояние населения.

Ситуацию с *нехваткой чистой пресной воды* осложняют такие факторы, как экологическое неблагополучие многих водных объектов, климатические изменения, происходящие на планете. Многие страны уже достигли предельных возможностей водопользования. Истощение и деградация пресных вод, обусловленные стремительным ростом народонаселения и нерациональным управлением ресурсами, во многих странах уже вызывают серьёзное социальное напряжение между основными водопользователями — крестьянами, горожанами и промышленностью. Всё это в скором будущем может превратить проблему нехватки водных ресурсов в проблему политическую.

Во многих регионах развивающегося мира по-прежнему сохраняется неравный доступ к основным услугам, связанным с водой, то есть к обеспечению безопасной питьевой водой и очищенной водой для производства пищевых продуктов. Если ничего не предпринимать, то без удовлетворительно очищенной воды к 2030 г. будут оставаться почти 5 млрд человек (более половины населения планеты).

Эксперты отмечают, что если в 2000 г. дефицит воды в мире, включая сельскохозяйственные и промышленные нужды, оценивался в 230 млрд м³/год, то уже к 2025 г. дефицит пресной воды на планете увеличится до 1,3–2,0 трлн м³. При этом 47 % населения Земли, как прогнозируется, в 2030 г. будут жить под угрозой водного дефицита.

Нехватка воды в пустынных и полупустынных регионах вызовет интенсивную миграцию населения. Ожидается, что это коснётся от 24 млн до 700 млн человек. Кроме того, по данным ООН, почти 80 % заболеваний в развивающихся странах, от которых каждый год погибают до 3 млн человек, связаны с качеством воды. Так, от диареи каждый день умирают 5 тыс. детей. В целом же почти 10 % болезней в мире можно избежать с помощью улучшения водоснабжения, очистки воды, гигиены и эффективного управления водными ресурсами.

Всего в мире более 215 крупных рек, около 300 бассейнов подземных вод и водоносных слоёв, контроль над которыми делят между

собой несколько стран. Основными запасами пресной воды на планете обладают Россия и Бразилия. По общему объёму ресурсов пресной воды наша страна занимает лидирующее положение среди стран Европы. У России есть шанс войти в новую сферу влияния в мире, поскольку пресная вода в ближайшее время может стать стратегическим ресурсом. Экономический потенциал гидроресурсов страны оценивается в 800 млрд долларов в год. «Водоёмкие» технологии могут стать основой российской экономики в «постнефтяной» период. Гидроресурсы России превышают 97 тыс. км³.

Многие учёные указывают, что на мировом рынке в ближайшей перспективе особую ценность будет иметь не сама вода как ресурс, а *водоёмкая продукция*. Рост цен на такую продукцию по мере увеличения дефицита водных ресурсов неизбежен. По их мнению, страны, которые выиграют в этом соревновании, будут скорее более сильными в финансовом, чем в военном отношении.

Сельское хозяйство является самым большим пользователем воды. Около 70 % потребляемой в мире воды из поверхностных источников и грунтовых вод идёт на ирригацию сельскохозяйственных земель, 20 % используется в промышленности и только 10 % — для бытовых целей. Также следует отметить, что рациональное развитие органического сельского хозяйства позволит не засорять почву, грунтовые и сточные воды химикатами при внедрении природоохранных технологий.

Несмотря на безусловное лидерство по запасам воды, в России существует много проблем, связанных с водообеспечением из-за того, что водные ресурсы страны распределены крайне неравномерно. Основная часть населения и предприятий сосредоточена в европейской части страны, в то время как большая часть российских рек находится в Сибири. В результате используются водные ресурсы только примерно 3 тыс. российских рек из 3 млн, но в ближайшие десятилетия Россия не столкнётся с водными кризисами. Однако этот период необходим для того, чтобы успеть повсеместно внедрить технологии, которые предотвращают загрязнение водных ресурсов, делают возможным их возобновление и многократное использование.

4.2. Охрана гидросферы от антропогенных воздействий

Сегодня люди в основном пользуются легкодоступной водой из озёр или рек. В пресных озёрах находится 91 тыс. м³ или 0,26 % от всех запасов пресной воды в мире, в парах атмосферы — 12,9 тыс. м³ или 0,04 %, в реках — только 0,006 %, или 2,12 тыс. м³. При этом треть мировых запасов пресной воды находится под землёй, а 68,7 % — содержится в ледниках.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что пресной воды в целом на планете достаточно, вряд ли она кончится в обозримом будущем. Однако сокращаются источники легкодоступной воды, и это большая проблема. Будет появляться всё больше регионов, страдающих от её дефицита.

В мире нарушается баланс чистой воды в гидросфере, ощущается её нехватка. По данным М.И. Львовича в середине 1980-х гг. на земном шаре на промышленные и бытовые нужды израсходовано $150 \text{ км}^3/\text{год}$ — около 0,5 % речных стоков. По *закону водопотребления* фактический водозабор должен быть в четыре раза больше — $600 \text{ км}^3/\text{год}$, из них $450 \text{ км}^3/\text{год}$ — это возвратные или сточные воды. Для их обезвреживания и разбавления нужна чистая вода, причём в 10–15 раз больше, около $6000 \text{ км}^3/\text{год}$. Это составляет уже 30 % мирового стока рек.

Исходя из приведённых величин, можно сделать вывод о том, что даже при достаточном водообеспечении того или иного региона, необходимо экономить такой важный ресурс, в том числе и в быту: если вода не выливается впустую, в этом случае экономятся энергоресурсы, которые тратятся на доставку воды, работу насосов и очистных сооружений.

При нынешних темпах роста промышленности, сельского хозяйства, населения Земли, а также связанного с этими процессами потребления водных ресурсов прогнозируют через 25–30 лет глобальный дефицит чистой воды. Исходя из этого основной мерой охраны водных ресурсов является их *бережное расходование*. Например, использование в сельском хозяйстве капельного полива растений позволяет экономить воду в 5–6 раз по сравнению с обычным поливом. Устранение неисправностей водопроводной сети, установка счётчиков расходования воды и современного сантехнического оборудования в быту также позволяет снизить расход воды.

В настоящее время существует множество способов защиты гидросферы от загрязнения. Прежде всего это *очистка сточных вод* на специальных очистных сооружениях, на которых применяются механические, химические, физические и биологические способы очистки.

Механические способы очистки воды предполагают использование фильтров, системы отстойников, при помощи которых удаляются нерастворимые примеси.

Химические способы очистки основаны на внесении в сточные воды специальных реагентов, которые взаимодействуют с загрязняющими веществами и способствуют их выпадению в осадок, с последующим удалением в отстойниках и на фильтрах.

Физические способы очистки воды предполагают пропускание электрического тока через промышленные стоки с целью выпадения в осадок значительного количества загрязняющих веществ.

Биологические способы очистки воды предусматривают использование биологических процессов при участии специальных микроорганизмов. В ходе биологической очистки происходит окисление органических загрязнителей в сточных водах с последующей фильтрацией через почвогрунты на орошаемых полях.

Необходимо отметить, что ни один из способов очистки вод не обеспечивает полного сохранения качества природной воды. Именно поэтому необходимо сводить к минимуму сброс сточных вод в водоёмы на основе совершенствования технологических процессов производства и организации *замкнутого (оборотного) водоснабжения*.

Таким образом, охрана и рациональное использования ресурсов гидросферы требует комплексного подхода для чего необходимо соблюдение следующих *первоочередных мер*:

- сохранение водных ресурсов (рационализация системы водопользования; сокращение удельного расхода воды на единицу продукции в сельском хозяйстве и промышленности; мониторинг водных ресурсов);

- предупреждение загрязнения водной среды (строительство современных очистных сооружений; плата за негативное воздействие на окружающую среду; нормирование сброса; экологическая экспертиза всех водохозяйственных проектов; рациональное использование удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве);

- внедрение экологически чистых технологий (контроль сброса промышленных отходов, очистка и повторное использование хозяйственно-бытовых сточных вод в сельском хозяйстве; новые биотехнологии);

- охрана подземных вод (предотвращение загрязнения водоносных горизонтов; создание водоохраных зон в местах питания и забора; мониторинг качества подземных вод);

- защита водных экосистем от загрязнения и деградации (сохранение водно-болотных угодий; экологическая реабилитация загрязнённых водоёмов);

- разработка национальных и международно-правовых документов мониторинга и контроля загрязнения трансграничных вод и переноса загрязняющих веществ через атмосферу.

4.3. Инновационные решения для очистки сточных вод

Наиболее перспективным решением по охране водных ресурсов от загрязнения являются так называемые безводные и бессточные технологии. На начальном этапе создаётся *оборотное водоснабжение*, в

систему которого включают ряд очистных сооружений и установок, создающих замкнутый цикл. При таком способе использования сточных вод они всё время находятся в обороте и не попадают в поверхностные водоёмы.

В промышленности потребность в воде на 27 % может удовлетворяться за счёт забора воды из природных водных объектов и на 73 % — за счёт систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. Создание оборотных и замкнутых систем водоснабжения позволяет в 10–50 раз уменьшить потребление природной воды. Таким образом, их создание является эффективным подходом к охране гидросферы от загрязнения.

В нефтедобывающей, химической и нефтехимической промышленности экономия природных вод от введения в эксплуатацию оборотных систем ежегодно составляет около 90 %. В цветной металлургии при флотационном обогащении руд для использования оборотных вод иногда достаточно их предварительного осветления. Экономическое преимущество замкнутых водооборотных циклов перед открытыми очевидно, так как очистка большого количества воды до необходимой кондиции перед сбросом в водоём является дорогостоящим мероприятием.

Одним из перспективных способов охраны поверхностных вод от загрязнения рассматривается закачка сточных вод в глубокие водоносные горизонты через систему поглощающих скважин (*подземное захоронение*). При этом способе отпадает необходимость в дорогостоящей очистке и обезвреживании сточных вод.

Для каждой стадии очистки хозяйственно-бытовых стоков существует своё оборудование, однако в настоящее время широко используются готовые комплексы, которые включают в себя всё необходимое. Это могут быть специальные конструкции, в том числе подземные станции очистки сточных вод. Так, станция полной *биологической очистки* типа «ПВО-ТВ-Б» может служить лучшим примером блочно-модульного комплекса. Устанавливается конструкция на бетонное основание. Блок-контейнеры, состыкованные вместе, образуют утеплённое здание, где смонтированы все необходимые модули и оборудование. Такая конструкция включает в себя:

- блочно-модульное производственное здание с инженерными системами (отопление, освещение, вентиляция)
- узел предварительной механической очистки сточных вод;
- регулирующий резервуар-усреднитель;
- аэротенки;
- вторичный отстойник;
- биореактор доочистки;

- узел обезвоживания осадка (избыточного активного ила);
- узел обеззараживания очищенных сточных вод;
- система автоматизированного управления;
- установки приготовления и дозирования реагентов;
- компрессорное и насосное оборудование.

В установках полной биологической очистки применяется схема многоступенчатой глубокой очистки хозяйственно-бытовых и близких им по составу сточных вод с нитрификацией и денитрификацией, доочисткой в биореакторе с иммобилизованной микрофлорой и обеззараживанием ультрафиолетом или активным хлором.

Инициатива «Blue Competence» определяет критерии и стандарты устойчивого развития, которым должны удовлетворять компании, присоединяющиеся к этой инициативе. Так, компания «Envirochemie» разработала *автономные модульные очистные сооружения* — «EnviModul» (рис. 4.1), которые позволяют организовать монтаж установок очистки воды и водоподготовки на действующих производствах. По сравнению с традиционными (централизованными, стационарными) очистными сооружениями, модульные установки обладают значительными преимуществами с точки зрения размера инвестиций в строительство, гибкости монтажа и скорости реализации проекта.



Рис. 4.1. Модульная система очистных сооружений для децентрализованной обработки технологических вод и стоков

Модули «EnviModul» позволяют осуществить различные технологии водоподготовки и очистки сточных вод, а также организовать обратное водоснабжение. Стадии очистки легко могут комбинироваться, начиная с предварительной очистки с использованием флотационных установок

«Flomar», мембранных установок «Envorug» и биологических очистных сооружений «Biomar», и заканчивая стадиями физико-химической очистки с применением установок «Envochem», «Flomar», «Split-O-Mat» и «Lugan». При этом возможна комплектация сооружений дополнительными модулями водоподготовки. Таким образом, обеспечиваются скорость и гибкость внедрения.

В отличие от стандартных очистных сооружений конструкции «EnviModul» могут быть установлены и запущены гораздо быстрее и с меньшими затратами. Они могут быть легче адаптированы к изменяющимся условиям производства. В случае необходимости их можно переместить на другие производственные площадки.

Конструкция очистных сооружений и установок «EnviModul» представляет собой несколько металлических модулей. Оборудование для очистки и вспомогательные помещения располагаются внутри защищенного от коррозии окрашенного стального каркаса с технологическими приспособлениями для транспортировки согласно стандарту ISO. Как правило, установки выгружаются с помощью автокранов и подобно гаражам устанавливаются на фундамент глубокого заложения, ленточный фундамент или на бетонные плиты. Модификации установок «EnviModul» разнообразны.

Крупные компании, помимо очистки стоков, *сокращают объёмы потребления* пресной воды. Например, за шесть лет компании «Coca-Cola» в России удалось тратить на производство одного литра продукции на 27 % меньше воды. В 2015 году компании одной из первых удалось выйти на уровень, при котором возвращалось в природу больше чистой воды, чем потреблялось. За 2017 год «Coca-Cola» вернула миру 248 млрд дм^3 воды в рамках 281 водоохранного проекта.

Кроме внедрения инновационных решений для очистки сточных вод, на любом водном объекте целесообразно создание *водоохранных зон*, ширина которых на реках, например, составляет от 0,1 до 1,5–2,0 км, включая пойму реки, террасы и береговой склон. Их назначение — предотвращение загрязнения, засорения и истощения водного объекта, а также сохранение среды обитания объектов животного и растительного мира.

В пределах водоохранных зон запрещается распашка земель, вырубка леса, выпас скота, применение ядохимикатов и удобрений, размещение животноводческих ферм, строительные работы и другие виды деятельности. Понятие «водоохранная зона» сохранилось, с некоторыми индивидуальными особенностями, в законодательстве практически всех стран, входивших в состав СССР. В странах дальнего зарубежья законодательство, как правило, не прописывает обязательных требований по установлению водоохранных зон.

4.4. Меры по обеспечению качества питьевой воды

Если относиться к воде как природному ресурсу, то это возобновляемый ресурс. Однако население Земли увеличивается примерно на 86 млн. чел. / год, а ежегодный прирост потребности в пресной воде — на 64 млн м³. За то время, когда население планеты увеличилось в три раза, использование пресной воды возросло в 17 раз. Причём, по некоторым прогнозам, через 20 лет оно может увеличиться ещё втрое. А количество доступной чистой пресной воды уменьшается. В основном из-за недостаточной очистки промышленных и сельскохозяйственных стоков, способных отравить целые реки и озера и сделать их воду непригодной и даже опасной.

Там, где естественных источников питьевой воды не хватает, проблему решают с помощью опреснительных станций. Так поступают в Израиле, Сингапуре, на Мальте. Опреснительные установки Саудовской Аравии обеспечивают до 70 % пресной воды в стране. А в Марокко питьевую воду добывают из тумана. Это дорогая вода: система, способная производить 2 тыс. литров воды в день обойдётся в 15 тыс. долларов.

В Египте с нехваткой пресной воды борются с помощью строительства системы каналов. Она позволит передавать нильскую воду для орошения пустынь. Строительство проекта «Новая Долина» началось ещё в 1997 г., но в данный момент неизвестно, когда масштабный проект закончат. Производство воды из айсбергов пока лишь в планах у учёных. А опыты по перевозке ледяных гор из Антарктиды в Африку не оправдали затрат. Водопользование в России осуществляется в подавляющей степени за счёт забора пресной воды.

В настоящее время обеспечение доступа к воде и средствам санитарии, имеющее исключительно важное значение для благосостояния и развития человека, приобрело характер одного из приоритетных направлений деятельности международного сообщества. Для того чтобы подчеркнуть необходимость принятия срочных мер, ООН провозгласила 2003 г. Международным годом пресной воды.

Наиболее эффективным средством непрерывного обеспечения безопасности питьевого водоснабжения является использование *метода всеобъемлющей оценки риска* и управления риском, который предусматривает все этапы водоснабжения от водозабора до потребления воды. В Рекомендациях ВОЗ по обеспечению качества питьевой воды подобные подходы именуются *планами безопасности воды* (ПБВ). Метод ПБВ разработан в целях организации и систематизации длительной истории различных видов практики ведения хозяйства применительно к питьевой воде, а также в целях обеспечения применимости этих видов практики по отношению к управлению качеством питьевой воды. Метод

опирается на многие принципы и концепции, заимствованные из других областей управления риском.

Некоторые элементы ПБВ нередко осуществляются как часть обычной практики снабжения питьевой водой или как часть эталонной положительной практики, не входящей составным элементом в общий ПБВ. К этим элементам могут относиться системы обеспечения качества (ISO 9001:2000).

ПБВ может иметь различную сложность, определяемую ситуацией. Во многих случаях они могут быть весьма несложными и уделять внимание основным опасностям, выявленным для данной системы. Широкое разнообразие контрольных мер не означает, что все они целесообразны во всех случаях и являются действенным инструментом, позволяющим структурам водоснабжения безопасным образом управлять водоснабжением.

Планы безопасности воды должны разрабатываться для каждой отдельной системы питьевого водоснабжения. Однако для небольших систем они могут оказаться нереальными и поэтому ПБВ разрабатываются либо для конкретных технологических приёмов, либо разрабатываются эталонные, в которых содержатся рекомендации по их дальнейшей разработке. Для малых систем ПБВ скорее всего должны разрабатываться уставным органом или аккредитованной внешней организацией. В этих условиях могут потребоваться рекомендации в отношении домашнего хранения воды, обращения с ней и её использования. Планы, касающиеся домашнего водохозяйства, должны увязываться с программами санитарно-гигиенического просвещения и рекомендациями домашним хозяйствам в отношении поддержания безопасности воды.

Обычно план состоит из трёх основных компонентов, в которых учитываются ориентированные на здоровье цели и осуществляется контроль посредством надзора за питьевым водоснабжением. К этим компонентам относятся: оценка системы, эффективный оперативный контроль и планы управления.

Оценка системы предполагает определение контрольных мер в системе водоснабжения, которые будут в совокупности выявлять риски и обеспечивать достижение ориентированных на здоровье целей. Для каждой контрольной меры должны быть средства *оперативного контроля*, которые обеспечат выявление незамедлительного и своевременного определения любого отклонения от требуемого порядка эксплуатации. В *планах управления* описываются действия, предпринимаемые во время нормальной эксплуатации или во время инцидентов, и документируется оценка системы (включая модернизацию и усовершенствование), содержатся контрольные и коммуникационные планы и вспомогательные программы.

К основным задачам ПБВ в деле достижения положительной практики питьевого водоснабжения относятся минимизация загрязнения водоисточника, снижение содержания или устранение загрязнения посредством процессов водоочистки и предупреждение загрязнения во время хранения, распределения питьевой воды и обращения с ней. Эти задачи в равной степени применимы к крупногабаритным трубопроводным системам водоснабжения, небольшим коммунальным системам водоснабжения и домашним системам. Они достигаются посредством:

1) построения понимания конкретной системы и её способности обеспечивать подачу воды, которая отвечает целям, ориентированным на здоровье;

2) выявления потенциальных источников загрязнения и того, каким образом их можно контролировать;

3) оценки контрольных мер, применяемых в отношении опасностей;

4) создания системы наблюдения за выполнением контрольных мер в системе водоснабжения;

5) своевременных корректирующих действий по обеспечению бесперебойного водоснабжения безопасной водой;

6) проведения проверок качества питьевой воды, подтверждающих правильное выполнение ПБВ и достижение эксплуатационного потенциала, необходимого для соблюдения соответствующих национальных, региональных и местных стандартов и задач в отношении качества воды.

Для успешной реализации планов по обеспечению качества питьевой воды необходимо принимать во внимание реальное положение, создавшееся на протяжении последних ста лет. Так, например, в прошлом веке масштабы водопользования увеличились в шесть раз и более чем в два раза превысили темпы роста населения. При этом потери воды в результате утечек, незаконных подключений к системам водоснабжения и неэффективного использования воды в общей сложности составляют 50 % объёма питьевой воды, потребляемой в развивающихся странах.

В то же время в развивающихся странах около 90 % сточных вод и 70 % промышленных стоков сбрасываются без обработки, что часто приводит к загрязнению годных к употреблению водных ресурсов. В результате происходит интенсивная деградация пресноводных экосистем, о чём свидетельствуют данные об утрате около половины водно-болотных угодий мира и исчезновении более 20 % из известных в мире пресноводных видов рыб.

Процесс получения информации, подтверждающей эффективность ПБВ, именуется *аттестацией*. Эта информация поступает от соответствующих промышленных структур на основе партнёрских связей

и установления эталонных показателей совместно с более широкими структурами управления (в целях оптимизации совместного использования ресурсов), из научной и технической литературы и на основании экспертных оценок. В отношении каждой изучаемой системы необходимо проверять исходные данные и спецификации производителя по каждому элементу оборудования и по каждому защитному элементу. Это делается для того, чтобы убедиться в эффективности оборудования или элемента защиты в данной системе.

Аттестация в отличие от обычного контроля предусматривает всесторонний и более активный контроль. Это делается для того, чтобы выявить работают ли элементы системы так, как это определено в ходе оценки системы. Этот процесс нередко способствует усовершенствованиям в работе, благодаря выявлению наиболее эффективных и наиболее надёжных методов эксплуатации. К числу дополнительных преимуществ процесса аттестации можно отнести выявление наиболее подходящих параметров оперативного контроля за работой отдельных узлов.

Проверка качества питьевой воды обеспечивает данные, характеризующие общее функционирование системы водоснабжения, и даёт представление об окончательном качестве питьевой воды, поступающей потребителям. Этот процесс включает в себя не только контроль качества питьевой воды, но также и оценку удовлетворённости потребителя. Способы проверки зависят от возможностей местных органов и коммунальных структур и должны отражаться в национальной политике.

4.5. Международный опыт охраны водных ресурсов

В наши дни важными задачами международного сотрудничества являются обеспечение водной, продовольственной и энергетической безопасности за счёт устойчивого управления водными ресурсами, доступного водоснабжения и санитарии, поддержки здоровья и средств к существованию, смягчения последствий изменения климата, а также поддержания и восстановления экосистем.

Одна из целей в области устойчивого развития заключается в том, чтобы к 2030 г. обеспечить доступность и устойчивое управление водными ресурсами и санитарией. Однако, при нынешних темпах достижения поставленных задач, человечество значительно отстаёт от предполагаемого графика. Отсутствие значительного прогресса в области водоснабжения и санитарии подчёркивают необходимость приложения новых усилий путём расширения партнёрства и международного сотрудничества.

Для достижения глобальных целей ещё в 2000 г. 147 лидеров государств собрались на Саммит ООН и поставили цель — сократить вдвое к 2015 г. долю населения, не имеющего доступа к безопасной питьевой воде, в том числе из-за нехватки средств. На проходившей в 2002 г. в Йоханнесбурге Всемирной встрече на высшем уровне по устойчивому развитию страны провозгласили параллельную цель — сократить вдвое к 2015 г. долю населения, лишённого доступа к надлежащим средствам санитарии.

Затраты, связанные с улучшением водоснабжения и санитарно-гигиенических условий в целях удовлетворения основных потребностей населения в развивающихся странах, оцениваются на уровне 20 млрд долларов США в год, в то время как в настоящее время, в этих странах общая сумма таких расходов составляет приблизительно 10 млрд долларов США в год.

Доступ к чистой питьевой воде и средствам санитарии является одним из прав человека, для обеспечения которого правительства обязаны предоставлять соответствующие услуги. Другие считают, что вода является одним из экономических благ и водоснабжение должно осуществляться наиболее эффективным с точки зрения затрат образом, включая, в качестве вариантов, осуществление разработанных с учётом рыночных факторов программ и приватизацию некоторых компонентов системы водоснабжения. Правительства многих стран применяют комбинированный подход.

Страны, сосредоточившие свои усилия на улучшении доступа к воде и средствам санитарии, добились определенного прогресса. Например, в 1994 г. в Южной Африке из населения общей численностью 42 млн человек 14 млн человек не имели доступа к чистой питьевой воде. Однако за семь лет Южной Африке удалось с опережением запланированных сроков сократить вдвое количество людей, не имеющих доступа к безопасной воде.

Основной авторитетный документ по водным ресурсам — «Доклад ООН о мировом развитии водных ресурсов мира за 2023 год: партнёрство и сотрудничество в области водных ресурсов» представил результаты исследований в разных регионах мира по сельскому хозяйству, окружающей среде, населённым пунктам, промышленности, здравоохранению и изменению климата. Исходя из необходимости достижения целей устойчивого развития в отчёте также содержатся рекомендации по ускорению и расширению масштабов изменений за счёт развития потенциала, данных и информации, инноваций, финансирования и управления.

В 2023 г. состоялась первая с 1977 г. крупная конференция ООН, посвящённая водным ресурсам. Мероприятие организовано по инициативе

правительств Таджикистана и Нидерландов, оно призвано сыграть решающую роль в мобилизации государств — членов системы ООН и заинтересованных сторон для принятия необходимых мер и внедрения успешных решений в сфере водных ресурсов. Цель Конференции состоит в принятии государствами добровольных обязательств по выполнению поставленных задач и в поддержку Международного десятилетия действий «Вода для устойчивого развития» (2018–2028 гг.).

Ежегодно 22 марта проводится Всемирный день водных ресурсов с целью обращения внимания населения земного шара на важность доступа к пресной воде, а также пропаганды методов устойчивого использования пресноводных ресурсов. Каждый год Всемирный день подчёркивает определенный аспект проблемы обеспечения пресной водой.

Идея проведения Всемирного дня водных ресурсов была выдвинута в 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро. В своей резолюции 47/193 от 22 декабря 1992 г. Генеральная Ассамблея постановила объявить 22 марта каждого года Международным днём водных ресурсов, который позже был переименован во Всемирный день водных ресурсов и который отмечается с 1993 г.

Всемирный день водных ресурсов отмечается с целью поощрения сохранения и рационального использования водных ресурсов. Каждый год Структура ООН — «Водные ресурсы» (учреждение, координирующее деятельность в данной области) выбирает определенную тему, связанную с будущими или текущими вызовами.

4.6. Преодоление пластикового загрязнения океана

Утверждается, что наша цивилизация во многом построена на пластике, в связи с чем проблеме пластикового загрязнения, в первую очередь Мирового океана, уделяется достаточно много внимания. Сегодня различают очень много видов и форм пластикового загрязнения, при этом прилагаются немалые усилия учёных для решения этой сложной проблемы.

По данным Всемирного экономического форума, только в 2014 г. промышленным способом было произведено 311 млн т пластика, и ожидается, что к 2050 г. эта цифра утроится. При этом переработке подвергается менее 15 % использованного пластика. Большая часть пластиковых отходов сжигается, оседает на свалках или выбрасывается в окружающую среду. Будучи устойчивыми к разложению микроорганизмами, пластик может сохраняться на протяжении сотен лет. Распространение пластикового загрязнения коррелирует с невысокой ценой и долговечностью пластмасс, а также незаменимостью в данный

момент этого материала в некоторых сферах, что определяет высокий уровень его использования человеком.

Пластиковое загрязнение отрицательно влияет на земную поверхность, затрагивает водные пути и Мировой океан. Пластмассовый мусор, накапливающийся в океане, влечёт за собой множество проблем: начиная с гибели животных, в организм которых пластик попадает по ошибке, заканчивая включением микропластика в трофические цепи живых организмов, через которые он может достигать и организма человека.

Усилия по сокращению пластикового загрязнения предпринимаются в различных регионах и включают в себя попытки *снизить потребление* одноразовых пластмасс и *стимулировать переработку*. Под переработкой понимают процесс превращения пластиковых отходов во вторичное сырьё, энергию или продукцию с определёнными потребительскими свойствами. Период естественного разложения пластмасс достигает нескольких сотен лет, поэтому переработка отходов является частью глобальной попытки сократить объём вредных веществ, поступающих в окружающую среду.

Например, в Европе, начиная с 2021 г. происходит постепенный отказ от применения только одноразовых, но не всех изделий из пластика. Происходит это там, где для пластика есть замена. В ряде сегментов потребления одноразовому пластику нет сопоставимой по характеристикам альтернативы. Это бутылки для питьевой воды, памперсы и т.д. К 2030 г. вся полимерная упаковка на территории ЕС должна быть перерабатываемой и пригодной для повторного использования.

Биоразлагаемые пластики могут помочь в преодолении пластикового загрязнения, частично избавить человечество от этой проблемы и приблизить к желаемой цели — так называемой безотходной экономике, при которой пластик производится из биомассы и в неё же трансформируется после использования. Подобно тому как стандартные пластмассы получают из нефтехимических продуктов, их биоразлагаемые версии состоят из полимеров (длинноцепочечных молекул), которые, находясь в жидком состоянии, могут быть отлиты в самые разные формы. Однако доступные на данный момент варианты такого пластика (производится из кукурузы, сахарного тростника, отработанных жиров и масел), как правило, не отличаются высокой механической прочностью и визуальными характеристиками, отвечающими принятым стандартам.

Найденное недавно инновационное решение производить пластмассы из целлюлозы или лигнина, скорее всего, поможет избавиться от существующих у них недостатков. Ещё один положительный момент для окружающей среды заключается в том, что целлюлозу и лигнин можно получить из непищевых растений, таких как арундо тростниковый, который можно выращивать на малоплодородных землях, непригодных

для пищевых культур, либо из древесных отходов и побочных продуктов сельского хозяйства, которые в противном случае не приносили бы никакой пользы.

Целлюлоза, самый распространённый органический полимер на Земле, является основным компонентом клеточных стенок растений. *Лигнин* (одеревеневшие стенки растительных клеток) заполняет пространство в этих стенках, обеспечивая им прочность и жёсткость. Чтобы изготовить из этих веществ пластмассы, производители должны сначала разбить их на структурные элементы, или мономеры. Совсем недавно исследователи нашли способы сделать это для обоих веществ.

Функция лигнина играет особенно важную роль, поскольку его мономеры состоят из ароматических колец — химических структур, которые придают некоторым стандартным пластмассам механическую прочность и другие необходимые свойства. Лигнин не растворяется в большинстве растворителей, но исследователи доказали, что отдельные экологически чистые ионные жидкости (состоящие главным образом из ионов) могут избирательно отделять его от древесины и древесных растений. Генетически сконструированные ферменты, подобные тем, что содержатся в грибах и бактериях, впоследствии способны расщеплять растворенный лигнин на отдельные компоненты.

Коммерческие производители пластика разрабатывают технологии, с помощью которых, используя недорогие ионные жидкости, можно извлекать целлюлозу и лигнин из исходных материалов. Кроме того, биотехнологические компании производят целый ряд генетически сконструированных ферментов, которые расщепляют лигнины разного происхождения на компоненты, необходимые для широкого спектра применения. Разрабатываются пластиковые гранулы на основе лигнина для использования в биоразлагаемых цветочных горшках, сельскохозяйственных мульчах и других продуктах.

Прежде чем новые пластмассы станут продуктом массового использования, нужно будет преодолеть множество препятствий, одним из которых является стоимость. Другое препятствие заключается в том, чтобы свести к минимуму количество воды, используемой для производства таких материалов. Даже если лигнин будет извлекаться только из отходов, для превращения его в пластик необходима вода.

Как и в случае решения любой другой серьёзной задачи, требуется целый комплекс мер: начиная с нормативно-правового обеспечения и заканчивая добровольным изменением способов, которыми общество использует и утилизирует пластик. Так или иначе, новые методы производства биоразлагаемого пластика служат примером того, как экологичные растворители и эффективные биокатализаторы могут

способствовать созданию безотходной экономики и решению экологических проблем.

В последние годы были также разработаны заменители пластмасс на масляной основе. Одним из самых популярных заменителей стала *полимолочная кислота* (PLA) — это полимер молочной кислоты, полученный в результате ферментации сахаров и крахмалов. Полимолочная кислота снова распадается на молочную кислоту при высоких температурах, характерных для компостирования. Но в более холодных условиях она не разлагается так быстро, как ожидалось.

Учёные Института океанографии имени Скриппса отмечают, что полимолочный пластик на биологической основе, позиционируемый как экологически перспективный материал, а также полиэтилентерефталат и полипропилен на масляной основе могут загрязнять океаническую среду. Исследование показывает необходимость стандартизации тестов и информирования о том, действительно ли материалы, продвигаемые как компостируемые или биоразлагаемые, такие как PLA, биоразлагаются в естественной среде.

Сейчас доступными считаются более 30 различных полимеров, которые находят широкое применение не только на рынке упаковки, но и в текстильной промышленности, сельском хозяйстве, медицине, строительстве. Практически все крупные производители полимерной продукции предложили свой ассортимент биоразлагаемых материалов. Рынок этой продукции является одним из наиболее быстроразвивающихся сегментов агрохимического комплекса в разных странах мира. При этом необходимо отметить, что биоразлагаемые полимеры полностью не решают уже создавшейся экологической проблемы в связи с тем, что:

- существуют технологические трудности производства и остаётся их высокая стоимость;
- трудно регулировать скорость распада на свалках под воздействием факторов окружающей среды;
- происходит безвозвратная потеря ценных сырьевых ресурсов, в том числе пищевых;
- полностью не доказана безопасность таких материалов и продуктов их распада на растительный и животный мир.

По мнению ряда экологов, снижение количества полимерных отходов путём создания и применения биоразлагаемых материалов должно быть ограниченным и контролируемым.

Таким образом, преодолеть проблему пластикового загрязнения океана можно, если наладить систему сбора пластикового мусора на суше. Учёные подчёркивают, что реализация лучшего сценария по развитию сложившейся ситуации потребует больших вложений — как технологических, так и финансовых, поскольку простого и быстрого

решения проблемы пластикового загрязнения не существует. Остановить надвигающуюся пластиковую волну можно только быстрыми и согласованными действиями правительств и крупных компаний по всему миру.

Контрольные вопросы и задания

1. Какова скорость обновления природных вод?
2. Каково соотношение морских и пресных вод в биосфере?
3. Укажите основные источники загрязнения гидросферы.
4. Что такое эвтрофикация водоёмов и с чем она связана?
5. Что следует понимать под глобальной проблемой Мирового океана?
6. Опишите меры по охране и рациональному использованию водных ресурсов?
7. Расскажите об инновационных решениях для очистки сточных вод.
8. Что подразумевают под планами безопасности воды?
9. Перечислите задачи международного сотрудничества по охране водных ресурсов.
10. Какие существуют направления в преодолении пластикового загрязнения океана?

Глава 5

ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Почва и климат создают условия, необходимые для существования на Земле живых организмов, в том числе и человека. От благополучия почв зависят обеспеченность человечества продовольствием, биоразнообразие популяций, видов, сообществ и экосистем планеты. Одна из причин современного экологического кризиса — *деградация почв*, которая из локальной проблемы в сер. XX в. превратилась в проблему глобальную. Понимание экологического состояния почвы связано с вопросами оценки состояния животного и растительного мира, а также среды обитания человека.

Рост народонаселения, а, следовательно, и его потребностей в продуктах питания, привёл к повсеместному расширению пахотных площадей и использованию в качестве пастбищ всех пригодных для сельскохозяйственных нужд земель. Нерациональное использование земельных ресурсов послужило причиной истощения почв, деградации пахотных и пастбищных угодий, ветровой и водной эрозии, а также нарушения биологических циклов в экосистемах.

Значительные площади земель ежегодно изымаются из сельскохозяйственного оборота из-за того, что они пришли в негодность. Затем обычно они используются для строительства различных сооружений. Безвозвратное изъятие земель влечёт за собой другой процесс — интенсификацию сельскохозяйственного производства, компенсирующую потери полезных площадей. Однако следуя *закону убывающего плодородия*, нужно помнить, что плодородие почв имеет свои пределы.

Интенсификация сельскохозяйственного производства приводит к истощению почв и утрате плодородия. Основными способами интенсификации являются все виды *мелиорации* — обводнение, орошение и осушение, которые при несовершенстве технологий ведут соответственно к засолению почв, уменьшению запаса воды в реках и других водоёмах, к изменению климата на огромных территориях, обмелению рек, зарастанию, озёр и исчезновению природных угодий. В результате чрезмерной эксплуатации земельные ресурсы в пределах некоторых территорий перешли в категорию невозобновляемых.

В основе большинства прогнозных оценок соотношения ресурсов и народонаселения в будущем лежат модели, базирующиеся на параметрах плотности населения, потенциальной продуктивности сельскохозяйственных земель, доступности водных и энергетических ресурсов. По прогнозам ФАО, к 2030 г. будет распаханно ещё 57 млн га на

Африканском континенте и 41 млн га в Латинской Америке, а к 2050 г. на каждого жителя двух наиболее населённых стран мира — Индии и Китая — будет приходиться менее 0,1 га пахотных земель.

Если допустить, что биотехнологии позволят в течение ближайшего времени обеспечить продовольствием большую часть населения планеты, всё равно угроза голода во многих развивающихся странах останется, поскольку ежегодное увеличение численности населения планеты требует постоянного наращивания производства продуктов питания. В современный научный и практический лексикон вошло понятие «продовольственная безопасность» как обозначение одной из глобальных проблем человечества.

Земельные ресурсы являются первым и главным объектом правовой охраны окружающей среды. К их использованию применяются общие и специальные экологические (природоохранные) требования, особенно в условиях земельных реформ, угрозы радиоактивного, химического и иных загрязнений.

5.1. Земельные ресурсы биосферы

На долю суши Земли приходится около 149,9 км², это 29,1 % всей площади поверхности планеты. Общая площадь мирового земельного фонда составляет 13,4 млн га. *Структура земельного фонда* планеты показывает особенности использования земельных ресурсов. Так, в структуре мирового земельного фонда 37 % приходится на сельскохозяйственные угодья, причём лишь 11 % — это обрабатываемые земли (пашня, сады, плантации), остальные 26 % — естественные луга и пастбища. Доля земель, не используемых в сельском хозяйстве, составляет 63 %, которые включают леса (32 %), земли под городской, транспортной и промышленной застройкой (3 %), а также малопродуктивные и непродуктивные земли (28 %).

По показателю *обеспеченности земельными ресурсами* в расчёте на одного жителя на первых позициях будет Австралия (30 га) и Канада (26 га), в России его значение — 11 га на душу населения. При учёте всех категорий земельных ресурсов, этот показатель составляет 2 га на каждого жителя планеты. Однако, более важен показатель *обеспеченности сельскохозяйственными землями*, который в целом по миру составляет 0,7 га, а пахотных земель на каждого жителя планеты приходится около 0,2 га. Этот показатель стремительно уменьшается по мере увеличения численности населения планеты.

Следует отметить, что рассмотрение усреднённых показателей обеспеченности земельными ресурсами полезно лишь при изучении

динамики общемировых процессов, при этом реальную картину обеспеченности пахотными угодьями представляет анализ значений по отдельным странам.

Одним из факторов, затрудняющих сельскохозяйственное использование почв и лимитирующих развитие земледелия, является *недостаток влаги*. Так, около 28 % площади суши расположены в зоне недостаточного увлажнения. Сельскохозяйственное освоение затруднено также в районах с уплотнёнными (23 %), маломощными (22 %), избыточно увлажнёнными (10 %) и многолетне-мёрзлыми почвами (6 %). Только почвы 11 % площади суши не имеют явных ограничений для сельского хозяйства.

Развитие промышленности, рост городов и процессы деградации почв обуславливают постоянное увеличение площади малопродуктивных земель, тогда как резервы вовлечения новых земель в сельскохозяйственный оборот невелики. Возможности *экстенсивного земледелия*, то есть вовлечения новых площадей в сельскохозяйственную обработку, достаточно ограничены из-за малого резерва пригодных для этого земель. В развитых странах уровень освоенности таких земель можно считать предельным, а в развивающихся странах введение в оборот новых земель возможно за счёт распашки пастбищ, либо территорий, которые малопригодны для сельского хозяйства.

Для получения устойчивых урожаев на новых освоенных территориях потребуются инвестиции и доступность водных, а также энергетических ресурсов. При этом необходимо помнить, что дальнейшее разрушение естественных экосистем приводит к более серьёзным экологическим последствиям.

Земельные ресурсы классифицируются исходя из целевого назначения. В каждой стране, название категорий земель и их количество утверждаются законодательно. К примеру, на территории России выделяют семь *категорий земель*:

- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли населённых пунктов;
- земли промышленности и иного специального назначения;
- земли особо охраняемых территорий и объектов;
- земли лесного фонда;
- земли водного фонда;
- земли запаса.

5.2. Почва как основной компонент земельных ресурсов

Земли и почвы взаимосвязаны исторически и генетически, в пространстве и времени, они, по существу, образуют двуединый ресурс — *почвенно-земельные ресурсы*. Существуют участки земной поверхности, лишённые естественного почвенного покрова, то есть понятие земель, как природного объекта, — понятие более широкое. Почвы невозможно отделить от присущей им территории — от земли.

Почвенный покров, или педосфера, — самая заселённая часть биосферы. Четвёртая часть биологического разнообразия планеты существует в почве: миллиарды микроорганизмов, таких как бактерии, грибы и простейшие, а также миллионы насекомых, клещей и червей. В одной столовой ложке здоровой почвы содержится больше организмов, чем людей на всей планете. С этой точки зрения почвы — ресурс биоразнообразия, без которого человек существовать не сможет.

Почвы содержат самые большие запасы земного органического углерода, более чем в два раза превышающие количество, содержащееся в растительности. Помимо восполнения запасов чистой воды, противостояния опустыниванию и обеспечения устойчивости к наводнениям и засухам, почва смягчает последствия изменений климата, благодаря секвестрации углерода и снижению выбросов парниковых газов.

Когда речь идёт о земле как о средстве производства, то, по существу, мы всегда говорим о почвах и о почвенном покрове, поскольку именно эти компоненты, их свойства определяют и характеризуют пригодность земель. Таким образом, важнейшим компонентом земельных ресурсов является почва. Она служит связующим звеном между всеми сферами Земли и с главной из них — биосферой.

Почва — естественно-историческое природное тело, формирующееся на поверхности земли под совместным воздействием биотических и абиотических факторов, состоящее из почвенных горизонтов, образующих почвенный профиль, и характеризующееся плодородием.

Почвообразование начинается с *первичной сукцессии*, с физического и химического выветривания, ведущего к разрыхлению поверхности материнских горных пород, таких как базальты, гнейсы, граниты, известняки, песчаники, сланцы. Этот слой выветривания постепенно заселяется микроорганизмами и лишайниками, которые преобразуют субстрат и обогащают его органическими веществами. В результате деятельности лишайников в первичной почве накапливаются важнейшие элементы питания растений, такие как фосфор, кальций, калий и др. На этой первичной почве теперь могут поселиться растения и сформировать растительные сообщества, определяющие лицо биогеоценоза.

Постепенно в процесс почвообразования вовлекаются более глубокие слои земли. Поэтому большинство почв имеет более или менее выраженный слоистый *профиль*, разделяемый на *почвенные горизонты*. В почве поселяется комплекс почвенных организмов — *эдафон*: бактерии, грибы, насекомые, черви и роющие животные. Эдафон и растительные остатки участвуют в преобразовании почвенного детрита (мёртвое органическое вещество), который через свой организм пропускают *детритофаги* — черви и личинки насекомых. Например, дождевые черви на гектаре земли за год перерабатывают около 50 т почвы. При разложении растительного детрита образуются гуминовые вещества — слабые органические гуминовые и фульвокислоты — основа почвенного *гумуса*. Его содержание обеспечивает структурность почвы и доступность растениям минеральных элементов питания. Мощность богатого гумусом слоя определяет *плодородие почвы* — основной показатель её качества.

Формирование урожаев связано с большим расходом биогенных элементов почв и распадом гумуса. Так, на урожай зерновых, равный 50 ц/га, расходуется не менее 10 ц гумуса или 0,03 % массы пахотного слоя. Для формирования гумуса необходим дренаж почвы, так как при высокой влажности процесс разложения замедляется в связи с нехваткой кислорода, что препятствует росту аэробных редуцентов. В таких условиях растительные и животные остатки сохраняют свою структуру и, спрессовываясь, образуют *торф*. Одновременно с этим многие жизненно важные элементы переходят из органических соединений в неорганические, то есть идёт процесс *минерализации*. Процесс минерализации органических веществ может нарушаться в присутствии токсичных соединений, поверхностно-активных веществ, тяжёлых металлов и т.д.

Основными свойствами почвы как экологической среды являются её физическая структура, механический и химический состав, кислотность, окислительно-восстановительные условия, содержание органических веществ, аэрация, влагоёмкость и увлажнённость. Различные сочетания этих свойств образуют множество разновидностей почв. На Земле по распространённости ведущее положение занимают пять *типологических групп почв*:

- почвы влажных тропиков и субтропиков, преимущественно краснозёмы и желтозёмы, характеризующиеся богатством минерального состава и большой подвижностью органики;
- плодородные почвы саванн и степей — чернозёмы, каштановые и коричневые почвы с мощным гумусовым слоем;
- скудные и крайне неустойчивые почвы пустынь и полупустынь, относящиеся к различным климатическим зонам;

- относительно бедные почвы лесов умеренного пояса — подзолистые, бурые и серые лесные почвы;
- мерзлотные почвы, обычно маломощные, подзолистые, глеевые, обеднённые минеральными солями со слабо развитым гумусовым слоем.

5.3. Дегградация и техногенные изменения земель

Под *деградацией земель* понимают постепенное ухудшение их свойств, снижение или утрату их плодородия. Ежегодно, распахивая землю, человек перемещает массу почвы, в три раза превышающую массу всех вулканических веществ, поднимающихся из недр на поверхность планеты за тот же период. Вследствие вырубки лесов, осушения и орошения почв, разработки полезных ископаемых — изменяются основные характеристики почвы, её свойства, состав и структура, нарушаются процессы почвообразования, формируются новые техногенные почвы.

Каждый год безвозвратно теряется около 7 млн га пахотных земель, в то время как для образования слоя почвы 2–3 см необходимо от 200 до 1000 лет. Возделываемые растения извлекают из почв миллионы тонн минеральных веществ, в связи с чем в почву вносятся минеральные и органические удобрения, которые могут неблагоприятно сказываться на биосфере в целом.

В результате деградации почвенного покрова нарушаются экологические функции почв: способность служить буфером и фильтром для загрязняющих веществ, и средой обитания для большого количества живых организмов, поддерживать биоразнообразие и участвовать в круговоротах воды и питательных элементов.

Итак, основными причинами деградации почв являются: перевыпас (35 %), сведение лесов (30 %), сельскохозяйственная деятельность (27 %), чрезмерная эксплуатация растительного покрова (7 %) и промышленное производство (1 %). От деградации почв преимущественно страдают бедные страны, не имеющие достаточно возможностей для ведения высокотехнологичного сельского хозяйства.

Основная причина сокращения площади плодородных земель также связана с несовершенством агротехнологий. Распаханный плодородный слой часто подвергается водной и ветровой *эрозии* — разрушению водой и ветром, смыву или развеиванию частиц почвы и переносу их в новые места.

В результате действия воды и ветра происходит механическое уничтожение плодородного приповерхностного гумусово-аккумулятивного горизонта, восстановление которого занимает сотни лет.

Вместе с гумусовым субстратом вода и ветер выносят питательные элементы, вызывая общее истощение и обеднение почвенного покрова.

Например, на территории Российской Федерации около 82 млн га пашни подвержены ветровой эрозии. Площадь эродированных земель ежегодно возрастает на 0,4–0,5 млн. га, а потери массы плодородной почвы достигают 1,5 млрд т. Более 7 % площади сельхозугодий в той или иной степени подвержены засолению и в пределах 0,5 % представлены солончаками. Соответственно можно сделать вывод о том, что почвы России на значительных площадях характеризуются невысоким плодородием, неудовлетворительным культурно-техническим состоянием и мелиоративной обработкой.

В большинстве основных сельскохозяйственных регионов России степень распаханности территории превышает экологически допустимые пределы, что усиливает процессы деградации почв и ухудшение гидрологического режима водосборных бассейнов, снижает способность природных комплексов к саморегуляции и продуктивность сельскохозяйственных угодий.

Одним из главных последствий эрозионных процессов в аридных (засушливых) регионах мира стало *опустынивание*, или десертификация. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием определяет его как деградацию земель в засушливых, полузасушливых и умеренно-влажных районах, среди причин которой, прежде всего, — изменение климата и деятельность человека.

Многие пустыни и полупустыни Центральной и Передней Азии, Северной Африки обязаны своим происхождением деятельности кочевников-скотоводов, населявших эти территории. Необратимая деградация почв, некогда пригодных для сельского хозяйства, усугублялась вырубкой лесов и кустарников, что обуславливало ещё большую аридизацию территории до состояния искусственных пустынь.

По прогнозам, при существующих темпах разрушения земель процессы опустынивания могут затронуть уклад жизни более 1 млрд человек, проживающих в Северной Африке, Средней и Юго-Восточной Азии, Австралии.

В аридных зонах урожайность сельскохозяйственных культур напрямую зависит от количества поступающей в почву влаги, и на этих территориях издавна применялось *искусственное орошение*. При этом орошение минерализованными водами может стать причиной *засоления* земель. Кроме того, неконтролируемая подача воды и отсутствие дренажа способны приводить к подъёму уровня минерализованных грунтовых вод. Таким образом происходит накопление в почве солей за счёт процессов испарения и сельскохозяйственные угодья превращаются в *солончаки*. Несоблюдение норм полива и резкий избыток влаги на полях могут быть

причиной процессов *заболачивания*, выводящих продуктивные земли из сельскохозяйственного оборота.

Классификация загрязнений земельных ресурсов осуществляется с разных подходов. Так, различают шесть степеней загрязнения почв (0–5) по *признаку снижения продуктивности* (количество производимой биомассы). По *видам загрязнений* выделяют четыре класса веществ-загрязнителей: физические, химические, биологические и радиоактивные. При этом также можно выделить отдельные *группы загрязнителей*, представленные ниже.

1. *Отходы, выбросы, отвалы, вскрышные породы*. В эту группу входят различные по характеру загрязнения смешанного характера, включающие как твёрдые, так и жидкие вещества, не слишком вредные для организма человека, но засоряющие поверхность почвы, затрудняющие развитие растительности на данной площади.

2. *Минеральные удобрения* — один из факторов интенсификации сельскохозяйственного производства. В результате их нерационального использования может развиваться минерализация почвы, образование соединений, которые не могут усваивать растения. Эти соединения приводят к *загрязнению почвы* и нарушению процессов её самоочищения. Внесение в почву избыточных количеств удобрений приводит также к *эвтрофикации водоёмов* (см. пункт 4.1).

3. *Тяжёлые металлы* как загрязнения уже представляют значительную опасность для человека и других живых организмов, поскольку нередко обладают высокой токсичностью и способностью к кумуляции в организме. С июля 2021 г. мир официально искоренил этилированный бензин, содержащий *тетраэтилсвинец*, согласно заявлениям ООН, а это означает, что его больше не продают для автомобилей и грузовиков нигде в мире. Так, проблема загрязнения свинцом (Pb) частично была решена. Из других тяжёлых металлов, соединения которых загрязняют почву, следует отметить кадмий (Cd), медь (Cu), хром (Cr), никель (Ni), кобальт (Co), ртуть (Hg), мышьяк (As), марганец (Mn).

4. *Ядохимикаты (пестициды)* в настоящее время широко используются в качестве средств борьбы с вредителями культурных растений, что способствует также гибели и других живых организмов. Пестициды губительно действуют на почвенную микрофлору: бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли. Процесс разложения многих из этих веществ занимает десятки лет, поэтому они могут накапливаться в почве в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации. Мигрируя с внутрипочвенными и природными водами, стойкие ядохимикаты способны распространяться на большие расстояния. Широко известны последствия применения инсектицида ДДТ

(дихлордифенилтрихлорметилметан) против вредителей, в результате которого этот органический загрязнитель стали обнаруживать в грудном молоке, а также в крови пингвинов Антарктиды, после чего он был запрещён. По своей опасности для животных и человека они приближаются к предыдущей группе.

5. *Микотоксины* выделяются некоторыми грибами, по своей опасности для живых организмов они сопоставимы с перечисленными выше загрязнителями почв. Показано накопление грибов, продуцирующих токсины в почвах агроценозов при бессменном возделывании культур, что являлось одной из причин феномена «почвоутомления». В последние десятилетия начали активно проводиться исследования грибов, токсичных для человека. В этих работах определяется состав грибов, строение содержащихся в них токсичных веществ и характер их действия.

6. *Радиоактивные вещества* стоят несколько обособленно по своей опасности, прежде всего потому, что по химическим свойствам они практически не отличаются от аналогичных не радиоактивных элементов и легко проникают во все живые организмы, выстраиваясь в пищевые цепочки. Из радиоактивных изотопов в качестве примера можно отметить один наиболее опасный — стронций-90 (^{90}Sr). Данный радиоактивный изотоп имеет высокий выход при ядерном делении (2–8 %), небольшой период полураспада, химическое сродство с кальцием, а, значит, способность откладываться в костных тканях животных и человека, относительно высокую подвижность в почве. Совокупность вышеназванных качеств делают его весьма опасным радионуклидом. Наряду с природными источниками загрязнений радиоактивными соединениями, основная масса наиболее активных изотопов с небольшим периодом полураспада попадает в окружающую среду антропогенным путём: в процессе производства и испытаний ядерного оружия, из атомных электростанций, особенно в виде отходов и при авариях, при производстве и использовании приборов, содержащих радиоактивные изотопы и т. д.

Распространено также загрязнение почв *нефтью, нефтепродуктами* и другими *токсичными веществами*, накапливающимися в *аномальных концентрациях*. Опасность образования таких аномалий заключается в том, что в результате загрязнения почв и растительности происходит дальнейшее загрязнение питьевой воды и продуктов питания и т. д.

Всё многообразие антропогенных воздействий на почвы и вызываемых ими нарушений можно также сгруппировать в категории химических, механических, затрагивающих весь почвенный профиль, затрагивающих отдельные почвенные горизонты.

При механических воздействиях изменяется непосредственно твёрдая фаза почвы либо создаются её новые изменённые типы. Вблизи крупных промышленных центров, карьеров по добыче ископаемых,

хранилищ отходов горнорудного производства и вдоль транспортных магистралей возникает новый тип почв — *хемозёмы*. Они представляют собой начальную стадию антропогенного преобразования почв. При этом трансформация химического состава сначала наблюдается в верхних горизонтах в виде химического загрязнения. Хемозёмы по морфологическим признакам не отличаются от естественных почв, характерными их особенностями являются: повышенное содержание определённых химических элементов (Zn, Pb, Ni, Cr, Mn) и токсичных солей (обычно — слабое хлоридное засоление) в органогенных горизонтах.

Почвы, находящиеся в сфере влияния промышленных предприятий, прежде всего, топливно-энергетического комплекса и горнодобывающей промышленности, относят к *техногенным почвам*. Техногенные почвы включают в себя изменённые исходные почвы, молодые почвы на обнажившихся и насыпных субстратах, искусственные почвы, созданные в ходе рекультивации земель, нарушенных добычей полезных ископаемых. Спектр техногенных изменений почв и почвенного покрова весьма широк. Минимальные изменения могут не выражаться в морфологии почвенного профиля, а выявляться только аналитическими методами, максимальные — предполагают полное уничтожение почв и создание новых.

Химические нарушения обычно сопровождаются преобразованиями жидкой и газовой фаз почвы, которые происходят при добыче нефти и горючего газа, а также при разработках углей, содержащих сульфиды. Источниками нарушений являются сырая и товарная нефть, добываемая на промыслах, буровой раствор и его производные, обогащённые солями, кислотами, щелочами, ацетоном, тяжёлыми металлами, используемые при бурении и ремонте скважин, а также сильноминерализованные пластовые воды. Также при горных работах образуются терриконы из пустой породы, поднятой на поверхность, хвосто- и шламохранилища, с которых стекают техногенные потоки, содержащие многие соединения, являющиеся существенными источниками загрязнения окружающей среды.

Масштабы и особенности техногенных воздействий можно рассмотреть на примере России. Как правило, техногенные почвы не образуют крупных ареалов, но встречаются во многих районах. Так, комплексные нарушения земель угольными разработками и связанные с ними острые экологические ситуации отмечались в Северном Прикаспии, Среднем Поволжье и Прикамье, в промышленной зоне Урала, Кузбасса и Донбасса. Под отвалы пустой породы и открытые разработки угольной промышленностью ежегодно изымается от 6 до 8 тыс. га земель. В результате добычи только открытым способом угля, железных и

марганцевых руд нарушено более 1,1 млн га различных земельных угодий, из них только в Кузбассе около 110 тыс. га.

Нарушения почвенного покрова наблюдаются также в местах импактного загрязнения нефтью и нефтепродуктами в районах нефтепромыслов, нефтепроводов, нефтеперерабатывающих предприятий и при аварийных разливах нефти. Залповые выбросы нефти и нефтепродуктов при авариях в результате порывов трубопроводов являются главной экологической проблемой нефтедобывающих регионов России. В частности, в Ханты-Мансийском автономном округе в 1980-е годы ежегодно фиксировалось 150–260 аварий, в нач. XXI в. произошло более 2 тыс. аварий. Масса загрязняющих веществ, остающихся в ландшафте после ликвидации аварии, варьирует по годам от 1,5 до 4,6 тыс. т.

В процессе освоения газовых месторождений, прокладки газопроводов, строительства подземных газохранилищ также нарушается почвенный покров. По данным компании «Газпром», суммарная площадь нарушения почвенного покрова России составляет 62,4 тыс. га, из них 58,7 га (94,1 %) нарушено при строительных работах, 6,9 % — при разработке газовых месторождений и геологоразведочных работах. На газовых промыслах и подземных газохранилищах, при бурении и ремонте газовых скважин происходит загрязнение почв нефтепродуктами, в том числе канцерогенными веществами.

Добыча полезных ископаемых влияет не только на почвы и почвенный покров, но практически на все компоненты ландшафта. Нарушения ландшафтной структуры происходит на всех её этапах: разведке, подземной и открытой добыче, строительстве коммуникаций и переработке полезных ископаемых.

При разведке полезных ископаемых наблюдаются фрагментарные нарушения целостности биогеоценотического покрова, механическое нарушение почвенного покрова вплоть до его полного уничтожения, загрязнение почв промывочной жидкостью, битумами, нефтью, происходит засоление почв, а также угнетение и выпадение растительности.

При добыче полезных ископаемых открытым способом происходит полное уничтожение угодий и почв, нарушение гидробаланса, загрязнение поверхности и подземных вод, геохимическое загрязнение окружающих почв. Возникновение техногенного рельефа (отвалы, карьеры и др.), развитие эрозии, пыле- и газозагрязнение почвенного покрова, формирование воронок депрессии за пределами контуров. Наибольшее отчуждение земель лесного и сельскохозяйственного фондов.

Строительство коммуникаций влечёт за собой полное или частичное уничтожение почвенного и растительного покровов, нарушение рельефа во время строительства дамб, насыпей, выемок и подъездных дорог.

Переработка полезных ископаемых связана с потреблением земельных ресурсов для шламохранилищ, хвостохранилищ, золы ТЭЦ. Наблюдается образование аккумулятивных форм рельефа, влияние техногенных потоков различной мощности и токсичности на окружающий почвенный покров, загрязнение подземных вод, открытых водоёмов и т.д.

5.4. Охрана почвенно-земельных ресурсов

Международный год почвы был объявлен по решению ООН в 2015 г., чем подчёркивалась важность качества продовольствия, которое напрямую зависит от качества земель. Состоящая из минералов, воды, воздуха и органических веществ, почва обеспечивает круговорот питательных веществ, необходимых для растений и животных, является основой для получения чистой сельскохозяйственной продукции.

Наиболее ценный почвенный слой разрушается из-за несовершенных технологий обработки земель. Среди *основных мер борьбы* с возникающей при этом водно-ветровой эрозией выделяют следующие:

- выбор правильных агротехнических методов (приёмов) обработки почвы;
- введение почвозащитных севооборотов;
- применение снегозадержания и защитных насаждений;
- террасирование склонов и оврагоукрепительные работы.

В настоящее время учёные изучают процессы, происходящие с пестицидами в почвах, и ищут возможные пути их химического и биологического обезвреживания. В сельском хозяйстве пытаются всё чаще применять *биологические средства защиты растений*, например естественных врагов насекомых-вредителей, а также выращивают трансгенные растения, устойчивые к сорнякам и вредителям.

Почвенные микроорганизмы выполняют важную роль в очистке окружающей среды от загрязнителей. В связи с этим применение новых технологий в народном хозяйстве, направленных на интенсификацию получения высоких урожаев, должно учитывать условия, необходимые для сохранения почвенных микроорганизмов.

Экономический и экологический кризис, снижение качества продукции растениеводства, падение естественного плодородия почв — причины всевозрастающего внимания к *биологическому земледелию*, суть которого заключается в использовании потенциальных возможностей естественных экосистем, в частности *микроорганизмов-азотфиксаторов* (дiazотрофов). Симбиотические и ассоциативные системы растений и diaзотрофов — пример эволюционно сложившегося специфического

взаимодействия живых организмов, изучение которых приобретает особую актуальность.

Фиксация молекулярного азота воздуха биологическим путём — процесс связывания и усваивания азота микроорганизмами. Он имеет большое биологическое и практическое значение, поскольку промышленное производство химических азотных удобрений требует значительных затрат энергоресурсов, а сами по себе они могут быть вредны с точки зрения экологии.

Актуальность всестороннего изучения возможностей использования *биологического азота* вызвана также необходимостью создания новых эффективных биологических препаратов. Создание и *применение биопрепаратов* на основе азотфиксирующих микроорганизмов — наиболее оправданный приём повышения продуктивности растений и качества их урожая, позволяющий сохранять естественное плодородие почв и экологическое равновесие окружающей среды. Их использование даёт возможность регулировать численность и активность полезной микрофлоры в ризосфере возделываемых культур, а также обеспечивать растения азотом, фиксированным из атмосферы.

В настоящее время также широко применяются биотехнологии внесения в почву микробных препаратов, созданных на основе селекции специальных почвенных микроорганизмов, способных вырабатывать биологически активные вещества, стимуляторы роста и угнетать развитие патогенных микроорганизмов.

Охрана почв от загрязнения, техногенных изменений и любых других видов антропогенного воздействия позволяет сохранить её прежде всего как важнейшее звено в системе биосферы. Охрана почвенно-земельных ресурсов требует комплексного подхода для чего необходимо соблюдение следующих *первоочередных мер*:

- оптимизация размещения сельскохозяйственного производства, внедрение новых технологий, улучшение использования удобрений и пестицидов;
- защита почв от процессов разрушения — водной и ветровой эрозии, заболачивания, вторичного засоления, загрязнения продуктами техногенеза;
- рекультивация нарушенных земель, повышение их плодородия;
- мониторинг почв;
- установление особых режимов пользования для земельных участков, имеющих природоохранное значение.

Антропогенная нагрузка, оказываемая на почвы во всем мире, близка к достижению критической отметки. В соответствии с принципами, изложенными во Всемирной хартии почв (ФАО, 1981, 2015 гг.), надлежащее управление почвенными ресурсами требует действий на всех

уровнях, начиная с правительств и заканчивая физическими лицами, которые будут направлены на содействие устойчивому управлению почвами.

Необходимо также отметить, что с точки зрения экологии и экономики инвестирование в управление почвенно-земельными ресурсами является целесообразным и необходимым, так как управление устойчивостью почв обходится дешевле, чем восстановление почв, а также восстановление их функций.

5.5. Методы контроля загрязнений почвы

Для выявления загрязнения почв производят *прямой отбор почвенных проб* или используют *косвенные методы*, такие как визуальная оценка фитоценозов, анализ распространения и поведения видов-индикаторов среди растений, беспозвоночных и микроорганизмов.

Для выявления пространственных закономерностей проявления загрязнения почв используют *сравнительно-географический метод*, а также *методы картирования* структурных компонентов биогеоценозов, в том числе и почв. Такие карты не только регистрируют уровень загрязнения почв, но и позволяют прогнозировать изменение состояния природной среды.

Для анализа рекомендовано отбирать образцы почв и растительности по радиусу от источника загрязнения с учётом господствующих ветров по маршруту протяжённостью 25–30 км. Расстояние от источника загрязнения для выявления ареала загрязнения может колебаться в значительных пределах и, в зависимости от интенсивности загрязнения и силы господствующих ветров, может изменяться от сотен метров до десятков километров.

Для почв с разными механическими составами и содержанием органического вещества *уровень токсичности тяжёлых металлов* будет неодинаков. В настоящее время в качестве тест-растений рекомендованы ячмень, овёс и картофель. Токсичным уровень считается тогда, когда происходит снижение урожайности на 5–10 %. Для отдельных элементов установлены их предельно допустимые концентрации в почве. Новая стратегия охраны почв от загрязнения тяжёлыми металлами заключается в создании замкнутых технологических систем и в организации безотходных производств.

В настоящее время производится проверка существующих возможностей утилизации каждого вида отходов прежде, чем они будут захоронены или уничтожены. При атмосферном загрязнении почв тяжёлыми металлами, когда они концентрируются в больших количествах

в самых верхних слоях почвы, возможно удаление этих слоёв и их захоронение. В последнее время рекомендован ряд химических веществ, которые способны инактивировать тяжёлые металлы в почве или понизить их токсичность. Предложено применение ионообменных смол, образующих хелатные соединения с тяжёлыми металлами. Их применяют в кислотной и солевой формах или в смеси этих форм. Известен способ фиксации тяжёлых металлов меркапто-8-триазином. При использовании этого препарата кадмий, свинец, медь, ртуть и никель прочно фиксируются в почве в виде нерастворимых и недоступных для растений форм.

Известкование почв уменьшает кислотность удобрений и растворимость тяжёлых металлов, что препятствует их поглощению растениями. Органические удобрения, подобно органическому веществу почв, адсорбируют и удерживают в поглощённом состоянии большинство тяжёлых металлов. Внесение органических удобрений в высоких дозах, использование зелёных удобрений, птичьего помета, муки из рисовой соломы снижают содержание кадмия и фтора в растениях, а также токсичность хрома и других тяжёлых металлов.

Оптимизация минерального питания растений путём регулирования состава и доз удобрений также снижает токсическое действие отдельных элементов. Известно, что уровень токсичности тяжёлых металлов неодинаков для разных видов растений, поэтому снятие токсичности тяжёлых металлов оптимизацией минерального питания должно быть дифференцировано не только с учётом почвенных условий, но и вида и сорта растений.

Одно из основных условий охраны почв от *загрязнения ядохимикатами* (пестицидами) — создание и применение менее токсичных и стойких соединений, уменьшение их доз при внесении в почву. Существует несколько способов, позволяющих уменьшить дозу пестицидов в почве без снижения эффективности их возделывания:

- сочетание применения пестицидов с другими компонентами или методами внесения их в почвы;
- применение перспективных форм пестицидов, что позволяет существенно снизить норму расхода вещества и свести к минимуму нежелательные последствия;
- чередование применения токсикантов с неодинаковым механизмом действия, что позволяет предотвращать появление устойчивых форм вредителей.

При обработке почвы пестицидами лишь небольшая часть их достигает мест приложения токсического действия растений и животных, остальная часть накапливается на поверхности почв. Степень загрязнения почв зависит от многих причин и прежде всего от стойкости самого

препарата, то есть его способности противостоять разлагающему действию физических, химических и биологических процессов.

Биодиагностика загрязнения почв позволяет использовать биологические показатели в качестве параметров мониторинга вследствие высокой чувствительности почвы к любым негативным и позитивным воздействиям. Биодиагностика включает в себя два методических подхода к биомониторингу и контролю экологического качества почв и других объектов окружающей среды:

- *биоиндикация* — основана на изучении состояния живых организмов по различным признакам, учёт которых проводится в естественной среде обитания (*in situ*);

- *биотестирование* — производится в контролируемых условиях лабораторного или вегетационного опыта на *тест-организмах* по известным и поддающимся учёту характеристикам.

Следует выделить *основные положения* биодиагностики техногенного загрязнения почв:

- одновременное изучение показателей биологической активности почвы;

- выявление наиболее информативных эколого-биологических показателей и возможного интегрального показателя экологического состояния почвы;

- учёт пространственной и временной variability биологических свойств почвы;

- использование сравнительно-географического и профильно-генетического подходов для оценки состояния почвы.

Под *биологической активностью почв* понимают производную совокупности абиотических, биотических и антропогенных факторов почвообразования.

Исследование *состояния деградированных почв* включает:

- прямые показатели загрязнения тяжёлыми металлами и нефтепродуктами (валовое содержание тяжёлых металлов, содержание их подвижных форм, содержание нефтепродуктов, мощность загрязнённого слоя);

- показатели устойчивости к загрязнению тяжёлыми металлами и нефтепродуктами (ёмкость катионного обмена, степень насыщенности основаниями, содержание гумуса, реакция среды);

- биологические показатели изменения свойств почвы под воздействием металлов-загрязнителей и нефтепродуктов (активность почвенных ферментов: инвертазы, каталазы; интенсивность выделения углекислого газа; целлюлозоразлагающая способность; общая численность почвенных микроорганизмов, структура микробоценоза и др.).

Для практических целей определение всего комплекса показателей весьма трудоёмко и требует дорогостоящего оборудования. Более целесообразно определять показатели, объективно отражающие уровень и последствия загрязнения.

В разных странах приняты различные подходы в *определении экотоксичности опасных отходов*, однако все они сводятся к проведению выщелачивания отходов (извлечение подвижных компонентов) и последующего сравнения полученных данных с принятыми нормами или прямого исследования этого раствора на биологических объектах — рыбах, беспозвоночных и водорослях. При таком подходе вряд ли можно учесть более сложное воздействие отходов на другие биологические системы и организмы. Однако следует принять во внимание, что основное воздействие складированных отходов приходится на водные системы, а низшие водные организмы находятся на первых звеньях пищевых цепей. Следовательно, определив влияние отходов на низшие водные организмы, мы определим их влияние и на высшие организмы, и экосистему в целом.

Единственным смоделированным в лабораторных условиях путём попадания веществ в окружающую среду является выщелачивание отходов (почв) водой. В настоящее время в России имеется нормативная база для реализации процедур биотестирования. Существует *государственный реестр методов биотестирования*, применяемых для целей производственного экологического контроля качества вод, почв и промышленных отходов, включающий:

1) определение токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний (*Daphnia magna*) ФР.1.39.2001.00283. В методике оценивают смертность 50 % дафний за 96 ч (острая токсичность). Достоверное снижение плодовитости за 24 сут в сравнении с контролем (хроническая токсичность);

2) определение токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний (*Ceriodaphnia affinis*) ФР.1.39.2001.00282. В методике оценивают смертность 50 % дафний за 48 ч (острая токсичность). Достоверное снижение плодовитости за 7 сут в сравнении с контролем (хроническая токсичность);

3) определение токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей (*Scenedesmus quadricauda*) ФР.1.39.2001.00284. В методике оценивают изменение численности клеток водорослей за 96 ч экспозиции (острая токсичность). Изменение численности водорослей за 14 сут (хроническая токсичность). Изменение интенсивности свечения;

4) определение токсичности воды, почвы по реакции инфузорий (*Paramecium caudatum*). Оценивается их подвижность и хемотаксис.

В соответствии с международными стандартами ИСО 11268-1, ИСО 11268-2, ИСО 11268-3 и ЕРА ОРРТБ850.6200 для экологической диагностики почв в районах размещения отходов рекомендуется применять дождевых червей. Применение в качестве тест-организмов позвоночных (рыб) ограничено по биоэтическим причинам и из-за высоких расходов на их содержание.

На основании имеющейся совокупности определения уровня загрязнения почв целесообразным представляется совместное использование двух подходов определения экотоксичности экстракта выщелачивания. Данные химического анализа в сочетании с данными, полученными биологическим методом, позволяют иметь не только полный состав экстракта, но и сделать вывод о причинах его воздействия на биологические объекты.

В качестве критерия токсичности экстракта выщелачивания применяются нормативные значения предельно-допустимых концентраций (ПДК), установленных для водоёмов рыбохозяйственного назначения, для почв используется предельно допустимая концентрация вещества в почве (ПДКп, мг/кг почвы).

Для оценки *индекса токсичности* почв предложена методика с использованием подвижности половых клеток млекопитающих, выживаемости парамеций и цериодафний и других ракообразных и простейших. Иногда для экологической диагностики можно использовать биохимические параметры уровня активности ферментов, как в водных растениях, так и в почвах. Из всех изученных ферментов каталаза наиболее чувствительна, поэтому её активность может быть использована в качестве критерия оценки восстановления функций почв.

Экспериментально исследовано влияние водных вытяжек из производственных отходов и почвы на активность оксидоредуктаз водного растения — элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.). Установлено, что в уровне активности оксидаз в элодее канадской под влиянием водных вытяжек из отходов наблюдается три типа действия: 1) нейтральное, 2) отсутствие токсического действия, 3) токсическое действие.

Биотестирование почв несанкционированных свалок и промышленных отходов показало, что наибольшую токсичность оказывают шламы, содержащие тяжелые металлы. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в практику необходимо внедрять современные методы экологической диагностики путём биотестирования для получения оперативной информации о состоянии почв.

Установлено, что наиболее информативным показателем экологического состояния техногенно загрязнённых почв является

интегральный показатель биологического состояния (ИПБС). При его расчёте максимальное значение каждого показателя в выборке принимается за 100 % и по отношению к нему в процентах выражается значение этого же показателя в других пробах, то есть относительный показатель.

Влияние степени загрязнителя на биологические процессы в почве целесообразно определять по отклонению активности внеклеточных биологических процессов от контроля по уровню влияния согласно *экотоксикологическим нормативам* следующим образом (%):

- меньше 10 — мало опасный уровень влияния;
- в пределах от 10 до 25 — средний уровень влияния;
- в пределах от 25 до 50 — опасный уровень влияния;
- больше 50 — очень опасный уровень влияния.

Различные типы почв при одинаковом характере и степени загрязнения проявляют различную *устойчивость*:

- для серой лесной почвы «средний» уровень загрязнения переходит в категорию «очень опасен», и в этом случае восстановление биоценологических функций затруднено или практически невозможно;
- в выщелоченном чернозёме снижение ИПБС на 50 % происходит только при высоком уровне загрязнения.

Результаты биомониторинга техногенных загрязнённых почв могут широко применяться при оценке воздействия на окружающую среду, экологическом нормировании загрязнения почв, прогнозировании экологических последствий какой-либо хозяйственной деятельности на данной территории, проведении экологической экспертизы, аудита и сертификации предприятий.

Для полной характеристики влияния загрязнения почвы помимо вышеперечисленных методов контроля необходимо в обязательном порядке учитывать и данные *социально-гигиенического мониторинга почвы (СГМП)*.

Постановление Правительства РФ о социально-гигиеническом мониторинге вступило в силу в 2000 г. К настоящему времени на территории России проводится 15 видов социально-гигиенического мониторинга, целью которого является сбор информации, наблюдение и определение степени зависимости заболеваемости и смертности населения от состояния окружающей среды. Данные мониторинга позволяют также осуществлять мероприятия по первичной профилактике заболеваний у людей, разрабатывать программы по охране здоровья и окружающей среды.

Санитарно-эпидемиологическое состояние почвы существенным образом влияет на здоровье населения, поэтому должно учитываться при планировании расселения в пределах городской территории. Кроме того,

загрязнённые почвы могут оказывать ощутимое отрицательное воздействие на качество растительности и здоровье животных.

Санитарно-эпидемиологический мониторинг почв (СЭМП) должен, в отличие от социально-гигиенического мониторинга, осуществляться не только в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в текущее время, но и в целях создания условий для правильного формирования инвестиционной политики в направлении улучшения качества почв для будущих поколений.

В почве многие химические загрязняющие вещества претерпевают глубокие изменения. Углеводороды, пестициды, детергенты и другие соединения, с одной стороны, могут быть минерализованы или трансформированы в вещества, не оказывающие токсического воздействия на почву, микроорганизмы, растения, животных и человека. С другой стороны, эти же вещества или их производные, а также тяжёлые металлы, фтор, оксиды азота и серы в первоначальном или преобразованном виде интенсивно связываются минеральными и органическими веществами почвы, что резко снижает их доступность растениям и соответственно общий уровень токсичности.

При характеристике почв очень трудно использовать широко применяемые при оценке воды, воздуха, продуктов питания и кормов установленные нормативы ПДК тех или иных загрязняющих веществ. В числе главных причин — многообразие форм соединений любых элементов и веществ в почвах, от которых зависит доступность этих компонентов растениям и, следовательно, их возможный токсический эффект.

Поэтому при разработке принципов и организации почвенно-химического мониторинга приходится учитывать состав почвы, все её составляющие, обладающие высокой сорбционной способностью, влияние условий на подвижность и доступность химических веществ растениям. Наиболее значительное влияние оказывает кислотность и щёлочность почв, окислительно-восстановительный режим, содержание гумуса, наличие легкорастворимых солей.

5.6. Направления утилизации синтетических отходов

Увеличивающееся количество синтетических отходов может не просто засорять почвенно-земельные ресурсы, но и приводить к загрязнению окружающей среды с более значительными последствиями. Популярность изделий из синтетических материалов объясняется их лёгкостью, удобством использования и экономичностью. Так, при изготовлении пластика энергии требуется на 21 % меньше, чем при

изготовлении стекла. Производство изделий из пластика увеличивается год от года — это предметы самого разного назначения: тара (бутылки, банки, канистры, лотки, поддоны, пакеты, упаковка, плёнка, скотч); различные конструкции (перекрытия, перегородки); этикетки; указатели, вывески, световые короба; сетки, решётки; фильтрующие трубки; искусственные покрытия; канцелярские изделия и т.д.

Существует три основных способа утилизации пластиковых отходов: захоронение, сжигание и переработка. Пластик принадлежит к материалам, которые плохо разлагаются со временем, а при их сжигании выделяются крайне токсичные вещества. Другой стороной проблемы утилизации пластика является дефицит полимерного сырья, поэтому изделия из пластика требуют именно переработки. Из 1 кг отходов (полиэтилентерефталат, полипропилен, полиэтилен высокого давления, полиэтилен низкого давления) получается 0,8 кг вторичного сырья. Переработка пластика состоит из нескольких *этапов*:

- сбор;
- сортировка по цвету, качеству, чистоте;
- прессование;
- переработка (резка, промывка, сушка, производство гранул);
- производство новой продукции.

Существует несколько *способов переработки пластика*:

– *пиролиз* — термическое разложение веществ в присутствии кислорода или без него;

– *гидролиз* — деполимеризация происходит под действием экстремальных температур и давления (более выгодный, чем пиролиз, способ переработки; в оборот возвращаются высококачественные химические продукты);

– *гликолиз* — деструкция протекает при высоких температурах и давлении в присутствии этиленгликоля и катализатора до получения чистого продукта (более экономичен, чем гидролиз);

– *метанолиз* — расщепление отходов с помощью метанола, остаётся самым распространенным термическим способом переработки пластика;

– *механический рециклинг* (переработка) — способ не требует дорогого специального оборудования и может быть реализован в любом месте накопления отходов).

Радикальным решением проблемы полимерного мусора является создание *биоразлагаемых полимеров*, которые распадаются на безвредные для живой и неживой природы вещества. Сначала разрабатывались полимеры, способные выдерживать воздействия факторов окружающей среды, теперь концепция поменялась — сейчас нужны полимеры, которые сохраняют эксплуатационные характеристики в течение срока службы (потребления), а затем претерпевают превращения под действием

факторов окружающей среды и включаются в естественный процесс обмена.

Вместе с разработкой методов утилизации отходов из синтетических материалов особое внимание учёных и технологов уделяется использованию отходов пластика в качестве вторичного сырья. Около трети *вторичного пластика* используется для изготовления волокна для ковров, синтетических нитей, одежды. Остальные направления включают производство листа, плёнки, бандажной ленты, обивки для автомобилей и т.д.

В большинстве государств ЕС приблизительно 70 % всего вторичного пластика используется для производства волокон полиэстера, которые являются утеплителями спортивной одежды и спальных мешков, наполнителями мягких игрушек. Из волокон меньшего диаметра получают искусственную шерсть, используемую для трикотажных рубашек, свитеров и шарфов. Такие ткани могут содержать до 100 % вторичного материала. Например, для изготовления тёплого свитера из искусственной шерсти требуется в среднем 25 переработанных ПЭТ-бутылок (полиэтилентерефталат). Лист и лента — «классические» продукты из вторичного пластика. Лист производится для изготовления пластмассовых коробок (для фруктов и яиц), которые составляют приблизительно 9 % общего объёма использования вторичного пластика.

Другие области применения вторичного пластика включают упаковку для туалетных принадлежностей и товаров народного потребления, щетины и ворса, которые, в свою очередь, применяются для изготовления бытовых кистей, метел, щёток (обычных и для дорожной уборочной техники). Считается, что это замыкает «петлю» рециркуляции, поскольку позволяет упаковке быть переработанной в новую упаковку. Все переработанные упаковки остаются доступными для вторичной переработки. Бандажная лента из вторичного пластика предназначена, главным образом, для промышленных целей. Она может с успехом конкурировать с лентами из полипропилена и стали. Волокнистый материал, полученный из вторичного пластика, можно использовать в качестве сорбента на очистных сооружениях АЗС, в качестве утеплителя или наполнителя.

Вторичный пластик используется в бытовых товарах, строительных материалах, арт-объектах. Например, из пластиковых отходов и минеральных наполнителей (зола, песка) производится *полимербетон*, очень прочный и долговечный материал, имеющий разнообразное применение. Пластик, полученный из использованных бутылок для напитков, может стать потенциально дешёвым сырьём, а его вторичная переработка в полимербетон позволит также решить проблемы утилизации. Применение полимербетона для замены бетона из

портландцемента может быть весьма эффективным. Поверхностный слой полимербетона может иметь толщину всего 10–25 мм, что обеспечивает износостойкость, кислотостойкость и малую проницаемость.

Полимербетон лёгок, быстро затвердевает и образует прочное сцепление с бетонной поверхностью, его можно быстро наносить и восстанавливать, что очень важно для мостов и полов в производственных помещениях. Нанесение покрытий из полимербетона на железобетонные строительные конструкции существенно улучшает их внешний вид. Весьма эффективно применение полимербетона для дренажа кислотных стоков, подземных сводов, соединительных боксов канализационных труб.

Представляется уместным привести несколько примеров эффективной переработки пластиковых отходов. Ещё в 2005 г. в пресс-релизе Американского химического общества со ссылкой на публикацию в отраслевом журнале «Energy & Fuels» сообщалось, что химики компании «Chevron» и Университета Кентукки разработали технологию получения моторного масла из полиэтилена. Позднее компания «Envosmart» (Нидерланды) объявила о том, что подписала соглашения в нескольких европейских странах о строительстве предприятий по переработке пластиковых отходов в высококачественное дизельное топливо, которое может быть использовано в любых стандартных дизельных двигателях.

В России государством был поддержан инвестиционный проект «Утилизация пластиковых отходов с последующей переработкой в строительные материалы на территории Астраханской области». Объём капитальных вложений по проекту составил 2,4 млн руб., проект имел социальный характер, были созданы рабочие места.

Китайская компания «Beijing Roy Environment Technology Ltd» объявила о создании установки «EZ-Power» по переработке разных видов пластиковых отходов в электроэнергию. Известно также, что основная часть наполнителей для постельного белья, поступающая из Китая, также изготовлена из продукта переработки — вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ).

5.7. Устойчивое сельское хозяйство

Антропогенные факторы приводят к напряжению экологической обстановки как в городах, так и в районах сельскохозяйственного освоения (сведение лесов, нарушение стока, эрозия и деградация почв, применение минеральных удобрений и пестицидов). В результате антропоэкологические системы приобретают *признаки экстремальности* как для природной среды, так и для человека. В целом на долю сельского хозяйства приходится около 30 % от всех выбросов парниковых газов,

главным образом за счёт использования химических удобрений, пестицидов, а также отходов животного происхождения.

Таким образом, аграрное производство является одним из опасных секторов экономики, который должен претерпевать изменения для преодоления экологического кризиса современности. Промышленное сельское хозяйство выдавливает мелких земельных собственников и местных фермеров с их земель. Мелкие земельные собственники составляют одну третью всего населения Земли и половину бедняков в мире. Они производят около 70 % своей продукции на четверти всех земель, практически не нанося вреда, перечисленного выше.

Третья аграрная (зелёная) революция 1960-х гг. не смогла решить ключевую проблему голода. *Зелёная революция* — комплекс изменений в сельском хозяйстве развивающихся стран, который привёл к значительному увеличению мировой сельскохозяйственной продукции, который включал в себя активное выведение более продуктивных сортов растений и их внедрение в производство, расширение орошения, применение удобрений, пестицидов и современной техники. Чертой неустойчивости сельского хозяйства стал стабильный рост производства и потребления мясной продукции.

Увеличение потребности в продовольствии обусловлено не только ростом численности населения мира, но и растущим потреблением на душу населения в развитых странах. Изменения в структуре питания, в основном, выраженные в увеличении потребления продуктов животноводства, влияют на структуру сельскохозяйственного производства, в том числе на рост производства кормов. В работах отечественных и зарубежных учёных исследуются вопросы негативного влияния минеральных удобрений, гербицидов, инсектицидов и прочих агрохимикатов на окружающую среду. Кроме того, в научной среде появилась гипотеза о негативном воздействии роста урожайности на климатические изменения в мире, в том числе по причине увеличения объёмов вносимых минеральных удобрений.

Традиционное сельское хозяйство сегодня основано на широком использовании генетически модифицированных организмов (ГМО), химических удобрений и пестицидов. При ведении *органического сельского хозяйства* могут использоваться некоторые традиционные методы, такие как выращивание монокультур и обработка почвы, но они подчинены ряду специальных стандартов, которые включают выращивание продуктов без химических средств защиты, удобрений и ГМО.

Регенеративное сельское хозяйство основывается на важных органических стандартах, применяя методы ведения сельского хозяйства, которые отвечают специфическим условиям местности. Принципы

ведения такого хозяйства предполагают рассмотрение земли, работников, животных и отходов как взаимосвязанной системы. Вся сельскохозяйственная деятельность рассматривается как единый живой организм и включает в себя культурные, биологические и механические методы, которые способствуют круговороту ресурсов, экологическому равновесию и сохранению биоразнообразия. Результатом является стратегия регенеративного сельского хозяйства, которая помогает оздоровить почву, устранить глобальную нестабильность и воспрепятствовать изменениям климата.

Концепция устойчивого развития сформировалась как ответ на растущие глобальные экологические и социальные проблемы. В свою очередь *устойчивое сельское хозяйство* определяют как систему, в которой сельскохозяйственные продукты производятся с использованием таких сельскохозяйственных технологий и методов, которые сохраняют природные ресурсы (в том числе и невозобновляемые), обеспечивают при этом социальную, экономическую и экологическую преемственность системы в долгосрочной перспективе.

Американский учёный Дж. В. Хансен сформулировал *четыре подхода* к пониманию устойчивости сельского хозяйства (УСХ):

1) УСХ как идеология управления земельными ресурсами и в целом сельским хозяйством на основе уважения к будущим поколениям, на сохранении и развитии используемых ресурсов;

2) УСХ выражена в наборе стратегий, развивающих технологии и практики, поддерживающих и/или повышающих качество земли и водных ресурсов, растений и животных, способствующих продвижению замены химических технологий на биологические.

3) УСХ как способность поддерживать или улучшать качество окружающей среды, обеспечивать адекватные экономические и социальные выгоды для всех лиц и фирм в производственном процессе и производить достаточный и доступный запас продовольствия.

4) УСХ рассматривается как способность системы поддерживать урожайность несмотря на разного рода потрясения, связанные с интенсивным стрессом или значительными негативными внешними воздействиями.

ФАО сформулировала *цели устойчивого производства продовольствия* и ведения сельского хозяйства следующим образом:

- повышение эффективности деятельности за счёт эффективного использования имеющихся ресурсов;
- сохранение, защита и улучшение природных ресурсов; защита и увеличение средств к существованию, равенство и социальное благополучие;
- устойчивость к изменяющимся внешним воздействиям;

– использование механизмов ответственного и эффективного управления.

Концепция устойчивого сельского хозяйства становится концепцией развития, объединяющая интересы городской и сельской местности, производства и потребления продовольствия. Разнообразие размеров, форм и технологий сельскохозяйственного производства способны обеспечить постепенное движение в направлении повышения устойчивости сельского хозяйства.

В работах отечественных учёных изучена проблематика повышения устойчивости сельского хозяйства, в том числе органического сельского хозяйства, в контексте развития зелёной экономики. Проанализированы перспективы смягчения последствий изменения климата, повышения устойчивости сельского хозяйства за счёт замены существующих технологий на более экологически чистые, развитие агропромышленного комплекса в контексте продовольственной безопасности и климатических изменений. Важным научным и практическим вопросом становится определение направлений развития сельскохозяйственного производства для повышения устойчивости агропромышленного комплекса.

Пути достижения устойчивого сельского хозяйства:

- обеспечение безопасного доступа к земле, воде, семенам, информации, кредитам и рынкам;
- пересмотр законов собственности для поддержки фермерских, коренных и общинных организаций;
- заключение достаточного количества справедливых региональных и глобальных торговых соглашений;
- пересмотр законов интеллектуальной собственности, направленных на соблюдение прав фермеров, достижение объективности, а также на сохранение биоразнообразия;
- инвестирование в местную инфраструктуру и агропереработку;
- увеличение государственных исследований и расширение инвестиций.

Рассмотрим несколько примеров устойчивого сельского хозяйства. Глобальный рынок какао сильно монополизирован — 80 % продукции контролируется двумя транснациональными компаниями. Большая часть какао, которую они покупают, производится в Западной Африке, и практически невозможно отследить и определить социальные и экологические условия производства. Немецкий производитель шоколада «Ritter Sport» был недоволен этой ситуацией и решил поддержать более устойчивые стандарты в производстве какао, приняв амбициозную цель: к 2018 году 100 % их производства какао должно соответствовать принципам устойчивости.

«Ritter Sport» с 1990-х гг. предоставлял никарагуанским мелким фермерам образовательные и учебные программы, и в 2001 г. способствовал созданию первого никарагуанского какао-кооператива под названием «Какаоника». Спустя 15 лет эта инициатива превратилась в сотрудничество с более чем 3,5 тыс. фермерами, которые теперь организованы более чем в 20 кооперативов. В основе этого предприятия лежали системы агролесоводства — экологически устойчивой альтернативы монокультурам какао. Сочетание различных видов растений позволяет фермерам получать качественное какао и увеличивать доходы. Немецкий партнёр принял модель оплаты, сочетающую надбавки за качество по рыночной цене и за фиксированные объёмы закупки. Это помогло фермерам планировать будущее и обеспечивать его безопасность.

Ещё один пример успешного кооперативного земледелия можно встретить на Кубе. Когда Советский Союз распался, внезапное лишение продовольственной и нефтяной поддержки ускорило сельскохозяйственный кризис. Запасы топлива, сельскохозяйственной техники, запасных частей, удобрений и пестицидов стали очень скудными. Более 40 % государственных сельскохозяйственных земель были реорганизованы в 2 тыс. новых кооперативов, управляемых рабочими, которым также выделили садовые участки для выращивания продуктов для своей семьи. Небольшое городское производство сводило к минимуму потребность в нефти для транспорта и сельскохозяйственной техники. Отсутствие агрохимикатов вызвало необходимость агроэкологического производства.

Производство значительно увеличилось, а в городах Кубы создалась благоприятная среда, благодаря выращиванию сельскохозяйственных культур в сочетании с городским лесовосстановлением и экологическими методами ведения сельского хозяйства. Программы по управлению органическими удобрениями, семенами, ирригацией, маркетингу и техническому образованию оказали поддержку хозяйствам, занимающимся выращиванием культур и животноводством. За 12 лет этими программами было создано более 350 тыс. новых, хорошо оплачиваемых и производительных рабочих мест.

Ещё один новый подход к управлению культурами использует естественные отношения между растениями и насекомыми. Когда учёные исследовали экологию широко распространённого злакового вредителя в восточной Африке, они обнаружили, что добавление определённых фуражных растений в посевы кукурузных полей улучшает урожайность зерновых культур и общую производительность фермы.

Так называемая технология «Push-Pull», которая возникла благодаря этим исследованиям, использует естественные химикаты, уводящие насекомых-вредителей от предполагаемой культуры и привлекающие их к

другим растениям. Учёные обнаружили новые свойства фуражного бобового растения, десмодиума. Служащий источником питания для молочных коров, он также отталкивает насекомых-вредителей от кукурузы и существенно уменьшает ущерб от стриги, разрушительного паразитарного сорняка. Система «Push-Pull» улучшает продовольственную безопасность и повышает доходы фермеров экологически чистым способом, что является идеальным ингредиентом в долгосрочной борьбе за сокращение голода и нищеты в Африке.

Практику промышленного земледелия в развитых странах также можно улучшать. В Новом Южном Уэльсе (Австралия) компания «Gilgai Farms» управляют 2,8 тыс. га земли, превращая традиционную систему растениеводства и животноводства в предприятие *клеточного выпаса*. Их ферма многофункциональна: разводит крупный рогатый скот, овец (прежде всего для шерсти), зерновые культуры, естественные листовенные породы (укрытие и строевой лес) и эвкалиптовые плантации (для компенсации выбросов в атмосферу двуокиси углерода). Клеточный выпас здесь имитирует интенсивность выпаса диких стад путём перемещения скота через несколько загонов.

Критики утверждают, что преимущества клеточного выпаса не были доказаны, но фермы в Австралии, США, Аргентине, Канаде и на юге Африки восстановили растительность в условиях таких пастбищ. Они постепенно создавали многолетние пастбища, восстанавливая местные травы и используя органические препараты для восстановления почвенной жизни в целом. Так, проявившиеся нарушения в почвах, дорогостоящие затраты и углеродный след ферм сводятся к минимуму.

Успешным примером ведения экологического сельского хозяйства является *система рисовой интенсификации*, которая была создана на Мадагаскаре в 1980-х гг. местными фермерами, определившими методы по улучшению производства на орошаемом рисоводстве. Они постепенно перешли к орошению риса и многих других зерновых и овощей дождевой водой. Среди инноваций системы — посадка саженцев, а не посев семян; промежуточная посадка растений; стимулирование корней в основном за счёт создания и поддержания естественного плодородия с использованием разложившихся органических материалов, которые стимулируют почвенные организмы; полезные «прерывистые наводнения»; аэрирование почв на протяжении периода роста. К доказанным преимуществам относятся: удвоение урожая, полученного без использования новых сортов и агрохимических материалов; снижение потребности во внешних затратах в целом, экономия на воде и семенах; изоляция углерода.

Примеры, подобные описанным выше, показывают, что устойчивое сельское хозяйство не только возможно, но и может быть чрезвычайно полезным как для людей, так и для окружающей среды. Безусловно, не все

выдвигаемые экологические инициативы становятся экономически самодостаточными.

Необходимо также отметить, что сельское хозяйство ответственно за значительные объёмы мирового потребления пресной воды, причём эти показатели увеличиваются в связи с постоянным ростом спроса на продовольствие. Регулируемый дефицит капельного орошения и частичное осушение корневой зоны позволяют экономить оросительную воду на 50 % при минимальном влиянии на урожайность или вообще без него. Технология *регулируемого дефицита капельного орошения* (RDDI) контролирует ирригационную структуру: стимулирует повышение урожайности, удерживая воду, когда рост замедляется, и даёт достаточный полив в периоды быстрого роста. В прохладном климате австралийской Тасмании применение технологии на 60–80 % сократило использование воды на пастбищах. Это может привести к уменьшению использования ирригационных мер на пастбищах отрасли в среднем до 90 %. Виноградари в Южно-австралийском винодельческом регионе достигли показателей 90 % и 86 % относительно эффективного использования воды при выращивании винограда Рислинг и Шираз соответственно.

Аудиты орошаемых ферм показали, что энергия, используемая при орошении, может составлять до 50 % от общего счёта за электроэнергию. Использование систем управления ирригацией, таких как *Калифорнийская информационная система управления орошением* (CIMIS), даёт фермерам консультации по орошению в реальном времени, чтобы минимизировать чрезмерное использование воды для орошения сельскохозяйственных культур.

Точно так же, используя погодные онлайн технологии, которые предоставляют данные по температуре, осадкам, влаге, росе и солнечной радиации, фермеры, выращивающие томаты в Бразилии, сумели вдвое сократить потребление воды, сделав ирригацию и применение химикатов более эффективными. Эта концепция в сочетании с эффективной ирригационной системой может дать 60–70 % снижение стоимости энергии, используемой для перекачивания воды. Тем не менее, понимание её фермерами продвигается медленно, и множество преимуществ от этих стратегий всё ещё относятся к категории будущих крупномасштабных достижений.

Очевидно, что устойчивое развитие человечества зависит от сельского хозяйства, которое, в свою очередь, зависит от погоды и климата. Последний определяется углеродным циклом. Таким образом, залог нашей продовольственной безопасности — углерод и почва. Углерод входит в состав всех живых организмов. Почва — это крупнейший земной поглотитель углерода, огромное неиспользованное хранилище с очень большой ёмкостью. Повсеместное признание проблемы климатических

изменений заставляет научные коллективы и корпорации искать способы уменьшения углеродного следа экономики, включая извлечение уже имеющихся в атмосфере парниковых газов. Так, карбоновая повестка затронула дальнейшее развитие земледелия.

Карбоновое (углеродное) земледелие нацелено на сокращение содержания CO₂ в атмосферном воздухе с помощью растительности, удерживающей его в дальнейшем. Его цель — улавливание диоксида углерода и удержание его в качестве органического почвенного углерода, определяющего плодородие почвы и содержание в ней гумуса. Увеличение органического вещества почвы способствует росту растений, улучшает способность почвы удерживать влагу и позволяет сократить использование удобрений. Схожий смысл имеет *регенеративное сельское хозяйство*, которое подразумевает применение неразрушающих методов в сельском хозяйстве.

Карбоновое земледелие в агропромышленном комплексе и лесном хозяйстве может стать инструментом преодоления торговых барьеров для экспорта, включая экспорт сельхозпродукции, а обширные лесные массивы могут стать фабриками по депонированию углерода. Общие запасы почвенного углерода в метровом слое земли в целом по России составляет 296 млрд т, что примерно равно 1/7 запасов органического углерода.

5.8. Умные удобрения и средства защиты растений

Известно, что рост и развитие растений в первую очередь зависят от таких экологических факторов как свет, тепло и минеральное питание. *Теория минерального питания* растений разрабатывается с XIX в., но по ряду вопросов всё ещё далека от окончательных выводов. Растениям одновременно необходим комплекс элементов питания, включающий как макроэлементы (азот, фосфор, калий, кальций, магний и сера), так и микроэлементы (железо, медь, цинк, кобальт, молибден, бор и др.). Между элементами питания существует тесная взаимосвязь, проявляющаяся в том, что изменение содержания одного элемента может влиять на поступление в растения других элементов и приводить к сдвигу в режиме питания.

В последние годы основным средством достижения высокой продуктивности сельскохозяйственных культур стали интенсивные технологии, предусматривающие широкое применение разнообразных химических препаратов — минеральных удобрений, гербицидов, средств защиты растений от вредителей и болезней, регуляторов роста растений и т.д. Всё это даёт возможность решать проблему обеспечения продуктами

питания населения большинства стран в мире. Средний мировой показатель количества пищевых продуктов, получаемых с 1 га земель, увеличился с 1,8 т в 80-х гг. XX в. до 2,5 т в настоящее время.

Минеральные удобрения являются действенным средством влияния на химические, физические и биологические свойства почвы, а также на питание растений, их рост и развитие, устойчивость к неблагоприятным факторам среды, урожай и его качество. Однако стандартные подходы повышения урожайности растений, ориентированные на высокие дозы минеральных удобрений, не всегда эффективны и могут наносить вред окружающей среде. При этом в почвах повышается кислотность, снижается сумма поглощённых оснований, нарушается соотношение различных элементов питания, повышается подвижность тяжёлых металлов и, как следствие, повышается нежелательная их усваиваемость возделываемыми культурами.

Способы внесения удобрений — это определённые приёмы их применения под сельскохозяйственные культуры. Различают следующие способы внесения удобрений: 1) *основной* — внесение основной массы удобрений в почву к севу или посадке (допосевное или предпосевное внесение); 2) *припосевной* — внесение удобрений во время сева или посадки; 3) *подпитки* — внесение удобрений в период вегетации растений; 4) *внекорневые подкормки* — подпитка растений растворами удобрений путём опрыскивания их надземных частей.

Поскольку основным способом питания растений является корневое питание, внесение удобрений в почву с целью его регулирования и оптимизации имеет первостепенное значение.

Потребление химических элементов и их отчуждение с урожаем зависит от типа почвы. Необходимо учитывать, что потери внесённых минеральных веществ из почвы происходят вследствие вымывания осадками, выделения летучих форм азота в атмосферу, за счёт эрозии почв и других факторов, однако часть минеральных веществ возвращается с опавшей листвой.

Для рационального и экономически обоснованного применения удобрений и для полной реализации потенциальных возможностей сельскохозяйственных культур исследователи разрабатывают *методы оптимизации минерального питания*. Их задачей является установление оптимальных уровней, соотношения и форм питательных элементов, способов внесения удобрений в конкретных почвенно-климатических условиях среды с учётом сортовых особенностей культур, средств агротехники и других факторов.

Составы с контролируемым высвобождением питательных веществ, могут гарантировать более высокий уровень питания возделываемых культур, что обеспечивает высокую урожайность при использовании

меньшего количества удобрений. В этой связи привлекают внимание такие эффективные и экологически безопасные средства повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, как удобрения с контролируемым высвобождением питательных веществ (рис. 5.1).

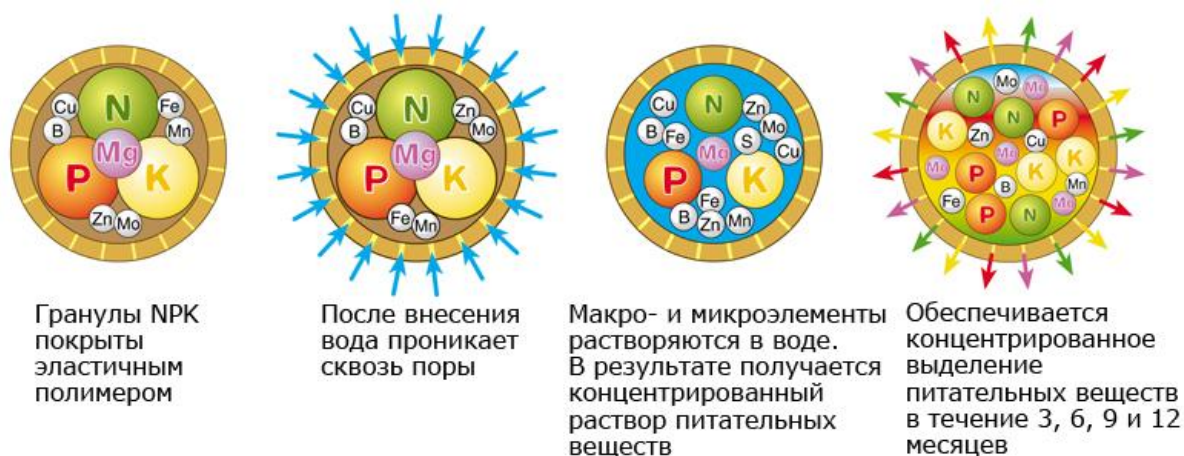


Рис. 5.1. Механизм действия удобрений с контролируемым высвобождением питательных веществ

Удобрения с контролируемым высвобождением питательных веществ некоторое время уже представлены на рынке. Как правило, в их состав входят крошечные капсулы, заполненные веществами, содержащими азот, фосфор, калий и другие необходимые питательные вещества. Наличие внешней оболочки замедляет не только скорость, с которой вода проникает к содержимому капсулы для высвобождения питательных веществ, но и скорость, с которой эти вещества из неё высвобождаются. В результате питательные вещества дозируются постепенно, а не вносятся сразу и в том количестве, которое не может эффективно поглощаться растением.

Новейшие составы включают в себя также вещества, которые ещё больше замедляют доставку питательных веществ, затормаживая превращение исходных веществ, таких как мочевина, в питательные вещества.

Недавно были разработаны удобрения, которые в наибольшей степени соответствуют представлениям о контролируемом высвобождении, это стало возможным благодаря сложным материалам и технологиям изготовления, которые могут регулировать скорость высвобождения питательных веществ оболочкой по мере изменения температуры, кислотности или влажности почвы. Комбинируя различные типы «запрограммированных» капсул, производители могут производить удобрения, адаптированные к потребностям конкретных культур в определённых условиях выращивания.

Ряд коммерческих компаний предлагают сегодня более точный контроль: скорость высвобождения питательных веществ связывается исключительно с температурой; по мере повышения температуры увеличиваются темпы роста культур и поступления к ним питательных веществ.

Хотя технологии с контролируемым высвобождением обеспечивают удобрениям большую эффективность, они не устраняют всех недостатков их использования. Эти продукты по-прежнему включают в себя аммиак, мочевины и калий, среди прочего; производство этих веществ является энергоёмким, то есть может способствовать производству парниковых газов и изменению климата. Однако этот эффект можно смягчить, если использовать более безопасные для окружающей среды источники азота, а также включить микроорганизмы, которые повышают эффективность поглощения азота и фосфора растениями. Нет никаких доказательств того, что материалы, из которых изготовлены оболочки, наносят вред окружающей среде, но этот риск необходимо принимать во внимание всякий раз, когда в больших объёмах вводятся какие-либо новые вещества.

Удобрения с контролируемым высвобождением питательных веществ являются элементом экологичного подхода к сельскому хозяйству, известного как *прецизионное земледелие*. Этот подход повышает урожайность и сводит к минимуму чрезмерное высвобождение питательных веществ путём сочетания таких технологических новшеств, как анализ данных, искусственный интеллект и различные сенсорные системы, цель которых точно определить, сколько удобрений и воды необходимо растениям в определённый момент времени, а также путём использования автономных транспортных средств для доставки питательных веществ в предписанных количествах и местах.

Необходимо отметить, что установка прецизионных систем — дорогостоящий процесс, их могут позволить себе только крупные производства. Если сравнивать, то современные удобрения с контролируемым высвобождением питательных веществ относительно недороги и могут стать передовой технологией, которая поможет земледельцам увеличить урожайность экологически безопасным путём.

Перейдём к современным технологическим разработкам средств защиты растений. Традиционно в сельском хозяйстве используются *пестициды* — это вещества или смесь веществ химического либо биологического происхождения, предназначенные для уничтожения вредных насекомых, грызунов, сорняков, возбудителей болезней растений и животных. В случае, когда пшеничные поля или бахча подвержены вредителям и сорнякам, их обрабатывают специальными веществами, которые уберегают сельскохозяйственные культуры от неминуемой гибели. Возникает вопрос, насколько безопасно химическое

вмешательство для почвы, самих культурных растений, других животных и человека, и можно ли вообще обходиться без использования ядохимикатов?

С экономической и потребительской точек зрения без химических препаратов, которые позволяют увеличивать показатели урожая, дольше хранить продукцию, транспортировать на дальние расстояния не обойтись. На фоне коммерческой выгоды, получение которой преследуют сельхозпроизводители, тема безопасности использования пестицидов для окружающей среды и потребителей часто уходит на второй план. Однако экологи всё чаще бьют тревогу, поскольку повсеместное и нерегулируемое использование пестицидов стало серьёзной проблемой. Чрезмерное использование пестицидов опасно для окружающей среды и здоровья человека. Результаты некоторых исследований, свидетельствуют, что от пестицидов ежегодно погибает около 200 тыс. человек. Хроническое воздействие пестицидов связывают с раком, болезнью Альцгеймера и Паркинсона, нарушениями гормонального фона, развития и с бесплодием.

Необходимость в веществах, которые могут отпугивать вредных насекомых и уничтожать возбудителей заболеваний растений, появилась вместе с зарождением и развитием сельского хозяйства — тысячи лет назад. Уже тогда люди понимали, что без применения каких-то дополнительных веществ урожай не сохранить. Впервые о сере (сульфур), например, как о веществе, применяемом в сельском хозяйстве, упоминается в документах середины второго тысячелетия до н.э. Доподлинно известно, что отвары трав и фитоэкстракты применялись для обработки сельхозкультур ещё в Древнем Китае. Там же с развитием текстильной отрасли, началось и изготовление средств на основе мышьяка и ртути, которые применялись для уничтожения платяных вшей.

До наших дней дошли данные и о том, что в Древнем Риме тот же сера, применяли в горящем виде для подавления нашествий насекомых, а соль — для уничтожения сорняков. В конце XVIII в. уже появились специальные издания с рекомендациями по использованию тех или иных химических веществ (в основном полученных из ядовитых растений) в сельском хозяйстве.

В 1939 г. швейцарский химик П.Г. Мюллер синтезировал *дихлордифенилтрихлорэтан* (ДДТ). Этот препарат был настолько устойчивым, что при однократном распылении оставался эффективным в течение нескольких месяцев. ДДТ применялся против саранчи, вредителей хлопка, соевых бобов, арахиса. Это химическое вещество применяли и во время Второй мировой войны в борьбе с комарами и вшами, которые являлись основными переносчиками малярии и сыпного тифа. ДДТ активно использовался и в СССР. За своё открытие учёный получил Нобелевскую премию в области физиологии и медицины.

Лишь спустя два десятилетия были обнаружены негативные последствия применения ДДТ. Выяснилось, что препарат не распадается на отдельные безвредные компоненты, а сохраняет свои устойчивые свойства, накапливается в почве, воде и организме животных. Кроме того, препарат помимо вредителей, убивает и полезных насекомых, например, таких, как пчёлы. В 1970 гг. повсеместное использование ДДТ во многих странах мира (в том числе в Швейцарии и США) было запрещено.

Сегодня на рынке представлено больше тысячи различных наименований пестицидов, однако, только менее половины из них используется. Ограниченность использования вызвана жёсткими требованиями во многих странах мира к данным препаратам.

По химическому составу пестициды относят к неорганическим соединениям (содержат серу, фтор, медь, ртуть) и органическим, а также веществам биогенного происхождения. Среди органических пестицидов различают фосфорорганические, хлорорганические соединения и др. В основе биогенных пестицидов лежат либо продукты метаболизма, либо же сами живые организмы.

В зависимости от систематической принадлежности и биологических особенностей организма вредителя, *пестициды делятся* на такие виды:

- инсектициды — уничтожают насекомых;
- акарициды — уничтожают клещей;
- овициды — уничтожают ооциты (яйца) насекомых-вредителей, а также клещей;
- ларвициды — уничтожают насекомых на стадии личинки;
- нематициды — воздействуют на круглых паразитических червей-нематод;
- родентициды — защищают посевы от грызунов;
- бактерициды — уничтожают возбудителей инфекций бактериальной природы;
- фунгициды — противогрибковые препараты;
- гербициды — используют против развития сорняков;
- арборициды — уничтожают древесные либо кустарниковые жизненные формы;
- альгициды — это средства борьбы с водорослями;
- вирусоциды — защищают культурную флору от вирусных болезней.

Наряду с желаемым положительным действием пестицидов существуют также экологические риски, которые они несут с собой в экосистемы:

- появление устойчивых популяций вредителей, для борьбы с которыми потребуется ещё больше средств;

- возможность влияния и на полезную фауну и флору экосистем;
- стойкость и накапливание во внешней среде;
- возможность включаться в биологические и биогеохимические круговороты веществ в природе;
- токсичность в отношении других организмов и человека.

В XXI в. устойчивость хотя бы к одному когда-либо применяемому пестициду проявляется у более чем 500 видов вредителей. Также установлено, что большинство используемых в сельском хозяйстве химических препаратов слабо растворяются в грунтовых водах, в виде метаболитов попадают вместе с водой и пищей в организмы, накапливаются в тканях и органах. Благодаря пищевым цепям происходит перенос пестицидов в высшие звенья трофической пирамиды, откуда, в конечном итоге, они проникают в организм человека.

Органические и неорганические пестициды — это препараты, содержащие химические вещества, которые созданы для уничтожения живых организмов, в связи с чем учёные не могут гарантировать абсолютную безопасность того или иного препарата для человека. В то же время многие эксперты утверждают, что без использования пестицидов мировое сельское хозяйство значительно снизит темпы своего развития и производства продукции.

Биологические (биогенные) пестициды — это группа действующих веществ, источниками получения которых являются живые организмы (бактерии, грибы, вирусы, нематоды) или естественные биологически высокоактивные химические соединения, синтезируемые живыми организмами. В отличие от ядохимикатов, биопестициды действуют более избирательно, они опасны в первую очередь для группы живых организмов, против которой они направлены.

Биогенные препараты можно комбинировать с химическими, постепенно снижая долю традиционных пестицидов за счёт биологических. Биологические средства защиты быстро разлагаются в почве, не попадая в пищевую продукцию, за счёт чего значительно возрастает как её экологичность, так и стоимость.

Среди бактериальных биопестицидов наиболее распространены биопрепараты на основе различных штаммов *Bacillus* и *Pseudomonas*, которые выделяют метаболиты с антибиотическими свойствами, а также ингибиторы, подавляющие способность бактерий выделять молекулярные сигналы для обмена между собой. Штаммы *Pseudomonas fluorescens* синтезируют антибиотики феназинового ряда, а также различные пептидные антибиотики, которые подавляют широкий спектр фитопатогенов. Продуценты биофунгицидов — штаммы *Bacillus thuringiensis* синтезируют спектр пептидных молекул с инсектицидной и антимикробной активностью.

Антимикробные пептиды — обширная группа природных молекул, состоящих из аминокислотных остатков, обладающих антибактериальными свойствами. Эти молекулы обеспечивают защиту (иммунитет) у живых организмов. В качестве новых биопестицидов, в частности, рассматривают антимикробные пептиды дикорастущих растений. В отличие от культурных видов, сорняки содержат антимикробные вещества, помогающие выжить в неблагоприятных условиях.

Контрольные вопросы и задания

1. Какова структура земельного фонда планеты?
2. Укажите основные категории использования земель.
3. Что называют почвенно-земельными ресурсами?
4. На какие типологические группы можно разделить почвы, по их распространённости на Земле?
5. Что приводит к деградации почв?
6. Каковы основные причины водной и ветровой эрозии?
7. Что называют десертификацией и какие регионы мира ей подвержены?
8. К каким процессам приводят несоблюдение норм орошения и низкий уровень культивирования орошаемых земель?
9. Приведите классификацию загрязнений земельных ресурсов.
10. Какие почвы называют техногенными?
11. Перечислите первоочередные меры по охране почвенно-земельных ресурсов.
12. В чём заключается проблема использования биологического азота?
13. Охарактеризуйте основные методы контроля почв и сопредельных сред от загрязнения.
14. Расскажите о преимуществах и недостатках способов утилизации и вторичного использования синтетических отходов.
15. Чем можно охарактеризовать третью аграрную (зелёную) революцию?
16. Сформулируйте цели устойчивого производства продовольствия.
17. Обозначьте пути достижения устойчивого сельского хозяйства.
18. Приведите примеры эффективного использования воды в сельском хозяйстве.
19. Какова цель карбонового земледелия?
20. Приведите примеры использования умных удобрений, ядохимикатов и биологических средств защиты растений.

Глава 6

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Воздействие транспортной отрасли на окружающую среду значительно, поскольку транспорт потребляет большое количество энергии и является источником загрязнения. К наиболее опасным веществам, которые выделяют современные виды транспорта, относят оксиды углерода и азота, диоксины, бензапирен, соединения свинца, твёрдые частицы и др. Некоторые из них вносят свой вклад в глобальное потепление.

Транспортная система участвует в формировании ещё одной экологической проблемы — проблемы истощения природных ресурсов, за счёт потребления углеводородов и металлических руд. При этом требуется регулярная утилизация отработанных расходных материалов для транспорта, существует также проблема акустического (шумового) загрязнения.

В настоящей главе рассматриваются вопросы негативного воздействия различных видов транспорта на компоненты окружающей среды, а также современные подходы к снижению таких воздействий. Отдельное внимание уделено экологическим аспектам принимаемых инженерно-технических решений.

Под *транспортным комплексом* понимают совокупность отраслей хозяйства, предназначенных для транспортировки грузов и пассажиров. В него кроме отраслей транспорта включаются все отрасли хозяйства, обслуживающие транспорт. Транспортный комплекс является межотраслевым комплексом, тогда как *транспортная система* представляет собой технологическое единство транспортных составляющих внутри отдельно взятой отрасли транспорта. В отличие от транспортного комплекса транспортная система включает: транспортную сеть всех видов транспорта, подвижные транспортные средства, трудовые ресурсы транспорта и систему управления всеми видами транспорта.

Транспортный комплекс представляет собой *технико-экономическую структуру*, которая в себя включает:

- систему проектирования, строительства, реконструкции, ремонта, содержания дорог, мостов, тоннелей и других сооружений;
- автомобильную, авиационную, судостроительную промышленность, строительно-дорожное и транспортное машиностроение;

– сферу эксплуатации и ремонта этих машин, поддержания работоспособности автомобильного транспорта, дорожного хозяйства, службы управления движением;

– промышленность строительных материалов, шин, топлив и масел, электротехнических устройств, запчастей и эксплуатационных жидкостей.

Эффекты воздействия объектов транспорта на окружающую среду определяются величинами входных и выходных потоков на всех стадиях жизненного цикла, поскольку используемые в процессе человеческой деятельности материалы и энергия не исчезают. Материалы идут на переработку, либо превращаются в отходы и загрязнения.

6.1. Проблемы транспорта как потребителя ресурсов

Наряду с огромной ролью, которую играет транспорт в жизни общества, его прогресс сопровождается и негативными последствиями. Транспорт сегодня — это не только локомотивы и автомобили, самоходные суда и самолёты, стационарные энергетические установки, это ещё и густая сеть путей сообщения. Земной шар покрывает более 11,5 млн км автомобильных магистралей с твёрдым покрытием, 5,3 млн км воздушных линий, 1,3 млн км железных дорог, около 1 млн км трубопроводов, 600 тыс. км внутренних водных путей и миллионы км морских линий, которые оказывают отрицательное влияние на биосферу, вносят серьёзные изменения в экологические системы и саморегуляцию биосферы в целом.

В воздействии транспорта на окружающую среду выделяют два взаимосвязанных аспекта: потребление природных ресурсов и загрязнение. Бурный научно-технический прогресс, рост численности населения, как отмечалось ранее, приводят к увеличению потребления природных ресурсов, изменению природного равновесия. Особенно интенсивно увеличивается потребление энергоресурсов. За последнее время производство электроэнергии каждые десять лет удваивается. При этом значительная часть электроэнергии вырабатывается путём сжигания угля, нефти и газа на тепловых электростанциях.

В промышленно развитых странах доля транспорта в потреблении энергоресурсов составляет 12–17 %, причём 50–60 % приходится на автомобильный транспорт. Энергоёмкость перевозок для различных видов транспорта различна. С учётом же фактической степени использования подвижного состава энергоёмкость грузовых перевозок разными видами транспорта относительно железнодорожного составляет: морским — 117 %, речным — 133 %, автомобильным — 169 %, нефтепроводным — 65 %, газопроводным — 70 %.

Кроме топливно-энергетических ресурсов транспорт потребляет и другие природные ресурсы, в частности металлы (железо, медь, цинк, свинец и др.) и большое количество воды. Например, потребление воды железнодорожным транспортом из года в год растёт. Вода используется практически во всех производственных процессах: при обмывке и промывке подвижного состава, охлаждении компрессоров и другого оборудования, заправке вагонов, реостатных испытаниях тепловозов и т.д. При этом объём оборотного и повторного использования воды на предприятиях железнодорожного транспорта составляет менее 30 %.

Крупным водопотребителем является также морской транспорт. Водоснабжение морских портов осуществляется, как правило, по прямоточным системам, практически без водооборотных циклов. Переход чистой воды в сточную достигает при этом 90 % и более.

Снижение энергоёмкости и материалоемкости перевозок на всех видах транспорта является важной задачей. Её решение осуществляется путём внедрения более экономичных силовых установок, применением подвижного состава большей грузоподъёмности и меньшей собственной массы, повышением уровня технической эксплуатации и эффективности использования подвижного состава.

Например, для железнодорожного транспорта важными направлениями сокращения энергозатрат являются: совершенствование локомотивного парка, повышение КПД тепловозов, электровозов, применение рекуперативного торможения, переход к трёхфазным безколлекторным двигателям на основе полупроводниковых приборов, переход на более устойчивый безстыковой путь и т.д.

Для морского и речного транспорта решение энергетической проблемы может быть достигнуто путём расширения использования низкосортных тяжёлых моторных топлив, более широкого применения атомных энергетических установок, особенно для условий Арктики, совершенствования гидродинамических качеств судов.

Промышленность и транспорт оказывают на окружающую среду и отдельные экосистемы существенное влияние — нарушаются принципы функционирования экосистем, они могут деградировать и потерять устойчивость. Негативное воздействие автотранспортных средств на окружающую среду в процессе реализации их жизненного цикла начинается с производства чёрных и цветных металлов, топлив, масел, заканчиваясь их разрушением.

К негативным аспектам функционирования транспортных средств относятся: нарушение газового и энергетического равновесия в атмосфере; истощение ресурсов атмосферы, полезных ископаемых и пресной воды; уничтожение живых организмов в дорожно-транспортных происшествиях; отравление биологических ресурсов; усиление стрессовых нагрузок

участников движения; уменьшение жизненного пространства за счёт отчуждения площадей территорий, сокращение биологической продуктивности; нарушение гармонии ландшафтов.

К примеру, с повсеместным распространением автомобильного транспорта возросло ингредиентное загрязнение атмосферного воздуха и шумовое загрязнение, проявились аспекты отрицательного воздействия на здоровье человека, состояние окружающей среды. Особую тревогу вызывает канцерогенный (злокачественные опухоли), тератогенный (пороки развития плода) и эмбриотоксический характер влияния вредных выхлопных газов. Отмечалась тенденция роста онкологических заболеваний и врождённых аномалий у детей в регионах с большим потоком транспорта. Для того, чтобы транспортные перевозки не ставили под угрозу здоровье и благополучие населения, необходим отказ от традиционных подходов с поиском новых технологических решений.

Транспортное средство является источником повышенной опасности для здоровья и жизни людей из-за возможного вовлечения в дорожно-транспортные происшествия (ДТП), загрязнения вредными выбросами окружающей среды, транспортного дискомфорта, потребления природных ресурсов. С другой стороны, транспорт несёт положительные морально-психологические и социально-экономические эффекты. Он обеспечивает движение материальных потоков (строительство автомобильных дорог, аэродромов, пристаней, создание транспортной техники, организация и управление движением транспортных средств, хранение товаров), обеспечивает комфортабельные условия жизнедеятельности людей.

К *положительным аспектам функционирования транспортных средств* следует также отнести развитие торговли, политических и культурных связей, расширение контактов; стимулирование научно-технического прогресса; предоставление рабочих мест; включение транспорта в производственные процессы и сокращение инновационных циклов при производстве товаров; ощущение свободы и независимости индивида; расширение возможностей для проживающих в благоприятных условиях; повышение доступности социально-бытовых услуг для потребителей; комфорта и удобства в неблагоприятных природных условиях.

Положительные и негативные аспекты функционирования транспортных средств формализуются в виде *вектора требований* к их конструкции, направленность которого меняется во времени под действием различных факторов, что приводит к усложнению технологий изготовления и использования, увеличению финансовых затрат. Можно выделить несколько рубежных точек, которые служили причиной для изменения приоритетов и требований к транспортным средствам.

В 50-е гг. требования к транспорту диктовались североамериканскими производителями автотранспортных средств и были ориентированы на повышение комфорта. Это было время автомобилей больших габаритных размеров с мощными быстроходными карбюраторными двигателями, использованием автоматических трансмиссий и электрических сервоприводов.

В 60-е гг. основное внимание уделялось безопасности пассажиров в связи с принятием соответствующих законов. Сделаны шаги в направлении повышения пассивной безопасности конструкции при фронтальном столкновении. В кон. 60-х – нач. 70-х гг. XX в. были введены ограничения на выбросы токсических веществ с отработавшими газами автотранспортных средств в США, Японии, а затем и в Западной Европе, что привело к уменьшению выбросов оксидов углерода и азота, сажи с отработавшими газами.

Следующий рубежный пункт (сер. 70-х – нач. 80-х гг.) связан с мировыми нефтяными кризисами. Основной приоритет состоял в повышении топливной экономичности. Следующая смена приоритетов (с сер. 80-х и до нач. 90-х гг.) была продиктована ужесточением конкурентной борьбы между производителями автотранспортных средств. На первом плане — улучшение тягово-скоростных свойств за счёт использования высокофорсированных двигателей внутреннего сгорания.

Дальнейшее ужесточение конкурентной борьбы привело в 90-х гг. к смещению приоритетов в сторону повышения комфортабельности и пассивной безопасности конструкции за счёт внедрения в массовое производство электронного управления силовым агрегатом и трансмиссией, кондиционеров, новых методов расчёта и проектирования. Повышение безопасности проводилось за счёт использования новых поколений антиблокировочных систем, совмещённых со средствами предотвращения столкновений, бортовых навигационных систем, других интеллектуальных технологий на базе развития автомобильной микроэлектроники и информатики. Появилась техническая возможность снизить безопасное расстояние между движущимся транспортом в 3–4 раза, информировать водителей о возможных препятствиях на маршруте, оптимизировать режимы движения применительно к складывающимся ситуациям на дороге.

В кон. XX в. вновь возобновилась проблема минимизации потребления ископаемых углеводородных топлив. При этом обозначилась необходимость обеспечения высокой транспортной эффективности и требуемого (нормативного) уровня безопасности выполнения транспортных услуг, транспортного комфорта, безвредности воздействия на окружающую среду.

6.2. Шумовое загрязнение и защита окружающей среды

Шумовое (акустическое) загрязнение — раздражающий шум антропогенного происхождения, нарушающий жизнедеятельность живых организмов и человека. Раздражающие шумы существуют и в природе (абиотические и биотические), однако считать акустическим загрязнением их неверно, поскольку живые организмы адаптировались к ним в процессе эволюции.

Главным источником шумового загрязнения являются транспортные средства — автомобили, железнодорожные поезда и самолёты. Помимо транспорта (60–80 %) другими источниками шумового загрязнения в городах являются промышленные предприятия, строительные и ремонтные работы, автомобильная сигнализация, собачий лай, шумные люди и т.д.

В городах уровень шумового загрязнения в жилых районах может быть сильно увеличен за счёт неправильного городского планирования, например, из-за расположения аэропорта в черте города. С наступлением постиндустриальной эпохи всё больше и больше источников шумового, а также электромагнитного загрязнения появляется и внутри жилища человека. Источником этого шума является бытовая и офисная техника. Например, более половины населения Западной Европы проживает в районах, где уровень шума составляет 55–70 дБ. С ростом урбанизации шум стал постоянной частью человеческой жизни, одним из существенных загрязнителей городской среды. Усиление шумового фона свыше предельно допустимых величин (80 дБ), характерное для современной жизни, опасно не только с позиций профессиональной вредности: оно представляет собой опасность для физического и психического здоровья населения. Шум свыше 110 дБ ведёт к так называемому «шумовому опьянению». Шумовое опьянение — одна из причин успеха рок-музыки (уровень шума иногда достигает 130 дБ).

Каждый человек воспринимает шум по-разному. Многое зависит от возраста, темперамента, состояния здоровья, окружающих условий. Постоянное воздействие сильного шума может отрицательно повлиять на слух, вызвать звон в ушах, головокружение, головную боль, повышенную усталость. Шумы вызывают функциональные расстройства сердечно-сосудистой системы, оказывают вредное влияние на зрительный и вестибулярный анализаторы, снижают рефлекторную деятельность, часто становятся причиной несчастных случаев и травм. Шум действует на организм постепенно. К тому же организм человека против шума практически беззащитен. Врачи говорят о *шумовой болезни*, развивающейся в результате воздействия шума и сопровождающейся поражением слуха и нервной системы.

Защита от шумового воздействия — очень сложная проблема и для её решения необходим комплекс мер: законодательных, технико-технологических, градостроительных, архитектурно-планировочных, организационных и др.

Снизить шум на автострадах позволяет применение дорожного покрытия из специального *шумопоглощающего асфальта*. При этом поглощение шума достигается главным образом благодаря высокой пористости такого асфальта: объём пустот составляет до 26 % (в обычных асфальтовых покрытиях — около 6 %). Применение шумопоглощающего асфальта в Германии позволило снизить уровень шума на дорогах на 4–6 дБ.

С точки зрения экологов один из оптимальных способов шумоизоляции — *высадка деревьев и кустарников* вдоль дорог. Доказано, что грамотно составленный план и высадка зелёных насаждений, то есть, с соблюдением всех ярусов посадки (1-й ярус — древесно-кустарниковая растительность не выше 1,5 м; 2-й — растительность высотой до 3 м; 3-й — насаждения высотой более 3 м), способствуют снижению уровня шума. Вдоль крупных федеральных трасс в России на многие километры тянутся зелёной стеной деревья и кустарники — они защищают населённые пункты от шума, проезжающего автотранспорта.

Также эффективным методом является *снижение (устранение) шума в источнике* в процессе проектирования. Для уменьшения влияния транспортного шума крупные автомагистрали следует строить на расстоянии от жилых застроек. Уменьшение уровней шумов, проникающих в помещения от внутренних источников, должно обеспечиваться рациональной планировкой помещения, соблюдением мероприятий по звукоизоляции ограждающих конструкций (стен, потолка и пола), санитарно-технического и инженерного оборудования зданий.

Организационные меры борьбы с шумом направлены на предотвращение или регулирование во времени эксплуатации техники при уборке улиц, дворов, тротуаров от мусора и снега. Уборка должна начинаться не ранее 7 ч утра и заканчиваться не позднее 23 ч.

Большое значение имеют *административные меры* защиты окружающей среды от шума, к которым относят:

- ограничение звуковых сигналов уличного транспорта;
- установление схем движения на определенных улицах для грузовых и легковых автомобилей;
- ответственность за установку нештатного оборудования на выхлопную систему транспортных средств;
- контроль допустимого уровня шума выхлопа для мотоциклов и легковых автомобилей;

- ограничение шума громкоговорителей, расположенных на улицах и площадях;
- ограничение времени проведения развлекательных и спортивных мероприятий.

Таким образом, для защиты населения от вредного влияния шума нормативно-правовыми актами регламентируется его интенсивность, время воздействия и другие параметры. В России необходимые меры по предупреждению и устранению негативного воздействия шума, предусмотрены Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ст. 55), а также постановлениями Правительства о мерах по снижению шума на промышленных предприятиях, в городах и других населённых пунктах.

В России установлены единые санитарно-гигиенические нормы и правила по ограничению шума на предприятиях, в городах и других населённых пунктах. В основу норм положены такие уровни шумового воздействия, которые в течение длительного времени не вызывают неблагоприятных изменений в организме человека, а именно: 40 дБ днём и 30 дБ — ночью. Допустимые уровни транспортного шума установлены в пределах 84–92 дБ и со временем они должны снижаться.

Как и все другие виды антропогенных воздействий, проблема загрязнения среды шумом имеет международный характер. ВОЗ, учитывая глобальный характер шумового загрязнения окружающей среды, разработала долгосрочную программу по снижению шума в городах и населённых пунктах мира.

Технико-технологические меры защиты от шума представляют собой комплексные технические решения по снижению шума на производстве (установка звукоизолирующих кожухов станков, звукопоглощение и др.) и на транспорте (глушители выбросов, замена колодочных тормозов на дисковые, шумопоглощающий асфальт и др.).

На градостроительном уровне защита от шумового воздействия может быть достигнута следующими мероприятиями:

- зонированием с выносом источников шумов за пределы застройки;
- организацией транспортной сети, исключающей прохождение шумных магистралей через районы жилой застройки;
- удалением источников шума и устройством защитных зон вокруг и вдоль источников шумового воздействия и организация зелёных насаждений;
- прокладкой магистралей в туннелях, устройством шумозащитных насыпей и других поглощающих шум препятствий на путях распространения шума (экраны, выемки, ковалеры).

Архитектурно-планировочные меры предусматривают создание шумозащитных зданий, то есть таких сооружений, которые обеспечивают

помещениям нормальный акустический режим с помощью конструктивных, инженерных и других мер (герметизация окон, двойные двери с тамбуром, облицовка стен звукопоглощающими материалами и т.д.).

Однако указанные меры вряд ли дадут должный экологический эффект, если не будет осмыслено главное: защита от шумового воздействия — это проблема не только техническая, но и социальная. Необходимо воспитывать звуковую культуру и осознанно не допускать действий, которые способствовали бы возрастанию шумового загрязнения среды.

6.3. Стратегии по снижению негативного влияния транспорта

В наши дни стремительно развиваются транспортные коммуникации, отмечается рост пассажиро- и грузоперевозок, а также увеличение общего количества подвижного состава. За последнее столетие автомобильный, железнодорожный и воздушный виды транспорта преобразили условия нашего существования в мире.

Способствуя увеличению числа туристических, деловых поездок и открывая широкий доступ к новым товарам и услугам, современный транспорт во многих аспектах улучшил возможности передвижения людей и сделал грузовые перевозки на большие расстояния обычным явлением. Современный транспорт содействует развитию новых форм отдыха и досуга, а также расширению торговли. Индустрия транспорта сама стала одним из столпов современной экономики.

В стратегиях по снижению негативного влияния транспорта на окружающую среду должно проводиться различие между снижением спроса на моторизованный транспорт, развитием средств с меньшей степенью загрязнения среды и, наконец, применением инновационных технологий. Необходимо также содействовать повышению уровня общественного сознания в отношении затрагиваемых вопросов.

Одной из важных особенностей современной транспортной политики является требование соответствия транспорта целям устойчивого развития, необходимости снижения его негативного влияния на окружающую среду. Понятие *«экологически устойчивый транспорт»* подразумевает реализацию принципов устойчивого развития в транспортной отрасли экономики. Система устойчивого транспорта предполагает:

- достижение общепризнанных целей применительно к здоровью человека и качеству окружающей среды (например, цели, установленные ВОЗ в отношении атмосферных загрязнителей и шума);

- целостность экосистем, при которой они не подвергаются существенной угрозе;
- отсутствие усугубляющегося состояния таких потенциальных глобальных явлений, как изменение климата или разрушение озонового слоя.

Транспорт является сложным и ключевым сектором в отношении углеродных выбросов. В связи с этим в докладе Римскому клубу «Фактор пять. Формула устойчивого роста» (2009 г.) были представлены три основные направления как средства достижения значительного *сокращения выбросов парниковых газов*, а именно:

- переход на низкоуглеродные или безуглеродные источники энергии для транспортных средств;
- повышение энергоэффективности транспортных средств;
- обеспечение надлежащего модального выбора, такого как массовый транзит, а не индивидуальные пассажирские перевозки.

Нефтяное жидкое топливо вряд ли будет играть долгосрочную роль в мобильности. Инженеры упорно работали над экономически эффективными альтернативами для замены жидкого топлива и извлечения выгоды от существующей инфраструктуры распределения, до *замены двигателей внутреннего сгорания* электродвигателями. В 2012 г. компания «Tesla Motors» выпустила свою Модель S и стала мировым лидером по производству электромобилей, с этих пор почти все крупные производители предлагают электромобили на рынке. С точки зрения выбросов CO₂ бесполезно обращаться к электроприводам, если обеспечение их работы связано со сжиганием угля. Поэтому предпосылкой для электрификации автопарка должна стать *выработка низкоуглеродистой электроэнергии*.

Необходимо также отметить, что для повышения потенциала эффективности одного решения мало, нужна система. Кроме прочего, исследования показывают, что снижение веса транспортного средства на 10 % может улучшить экономию топлива на 6–8 %. Одним из самых простых способов достижения этого является использование альтернативной стали для уменьшения веса транспортного средства, где это возможно. *Изменение массы и аэродинамических показателей* транспортных средств могут обеспечить сокращение потребления топлива на 45 % для тяжёлых транспортных средств.

Один из способов побудить большое количество пассажиров использовать железнодорожные и автобусные маршруты — это плата за дорожные пробки, установление тарифа за проезд в определенных частях города, по отдельным автомагистралям или по целым зонам. Вместе с усилиями по *предотвращению использования автотранспортных средств* многие города в настоящее время инвестируют в значительной степени в

железнодорожную инфраструктуру, как в лёгкий железнодорожный транспорт для перевозки пассажиров, так и в железнодорожный транспорт для высокоскоростных и грузовых перевозок.

Например, существует особый потенциал для достижения более чем пятикратной трансформации в промышленности, связанной с перевозкой грузов в США, на долю которой приходится около 9 % выбросов парниковых газов в стране. Переход междугородных грузовых перевозок с грузовых автомобилей на железнодорожный транспорт может снизить транспортные выбросы на 85 %.

Международное энергетическое агентство (МЭА) вносит *изменения в транспортную политику* стран-участниц Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Рекомендации включают в себя конкретные меры для отдельных городов, среди которых: быстрый экспресс-транзит; городская велосипедная зона; развитие, ориентированное на транзит и мобильность; управление спросом на транспортные средства; программы стимулирования поочерёдного использования автомобилей; программы дистанционной работы; политика парковки и переход на междугородние пассажирские и грузовые перевозки по железной дороге. По оценкам, этот сценарий позволит сэкономить 20 трлн долларов США за счёт уменьшения расходов на инфраструктуру к 2050 г., с потенциалом уменьшения глобальных выбросов городского транспорта до 50 %.

В Распоряжении Правительства России от 27.11.2021 № 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г.» были сформулированы *принципы, направленные на снижение негативного воздействия* транспортного комплекса на окружающую среду в соответствии с принципами устойчивого развития.

Ключевым принципом устойчивого развития транспортного комплекса является обеспечение транспортных потребностей населения и бизнеса без ущерба для здоровья человека и состояния окружающей среды. Реализация этого принципа потребует следующих изменений в транспортной системе:

- 1) повышение экологического класса подвижного состава;
- 2) приоритетное развитие экологически чистых видов транспорта, что требует мер стимулирования переключения грузовых и пассажирских потоков на водный и железнодорожный транспорт (на электрифицированных участках);
- 3) сокращение негативного воздействия транспорта на окружающую среду в агломерациях;
- 4) внедрение общесистемных мероприятий, направленных на повышение экологической эффективности транспортного комплекса.

Каждый из представленных пунктов включает в себя подробный комплекс мер, направленных на достижение целей Транспортной стратегии. Реализация указанных мероприятий должна к 2035 г. обеспечить в целом по транспортному комплексу:

- сокращение выбросов парниковых газов от транспортной отрасли на 40 % к уровню 2019 г. и обеспечение нулевого углеродного следа от общественного транспорта в крупных и крупнейших агломерациях;
- доведение доли электротранспорта и транспортных средств на альтернативных видах топлива в общем объёме грузоперевозок до 30 %;
- сокращение выбросов соединений азота и мелких частиц от транспорта в 20 крупнейших агломерациях на 20 % к уровню 2019 г.;
- выполнение целей углеродно-нейтрального роста в гражданской авиации в соответствии с установками, данными Международной организацией гражданской авиации (ICAO): сохранение объёма вредных выбросов на уровне 2014 г. при росте объёма перевозок (программа CORSIA);
- сокращение удельных (в расчёте на 1 т·км) выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в два раза за счёт переключения грузов на железнодорожный и внутренний водный транспорт;
- обеспечение роста энергоэффективности работающего на традиционном топливе транспорта на 15 % к уровню 2019 г.

При определении экологического влияния транспортного объекта на окружающую среду в научных и практических разработках используют *коэффициент экологичности транспортной системы* (КЭТС). Этот показатель может выражаться в размерных и безразмерных единицах (рублях, баллах, тоннах и т.п.) уменьшения объёмов природопользования или объёмов загрязнения. Наиболее рациональной следует считать оценку влияния транспортного объекта непосредственно на природные ресурсы (воду, воздух, земли, леса и т.д.). При этом очень важно соблюдать равновесие между объёмами выделяемых загрязнений и возможностями каждого природного комплекса по самоочищению.

К основным направлениям *экологизации объектов транспорта* следует отнести:

- разработку и применение технологических процессов и производственного оборудования, оказывающих минимальное вредное влияние на природу, сберегающих природные ресурсы;
- создание замкнутых систем водопользования, систем рекуперации воздуха, рациональных форм сбора, хранения и обезвреживания токсичных отходов;
- оптимизация потребления ресурсов путём создания безотходных малоотходных технологий и комплексного использования материальных ресурсов и энергии;

- рациональное использование земли, водных бассейнов, ландшафтов, сбережение растительного и животного мира;
- рациональное использование природных топливных ресурсов энергии солнца, ветра, термальных подземных вод;
- создание на каждом производстве средств защиты окружающей среды (воды, воздуха, почв) от различных видов загрязнений;
- вторичное использование отходов для нужд производства, а также их переработка для использования населением в хозяйственно-бытовой деятельности;
- создание зон озеленения для нормализации состояния атмосферного воздуха.

Контрольные вопросы и задания

1. С какими современными экологическими проблемами связано развитие транспортного комплекса?
2. Расскажите о способах снижения материалоёмкости и энергоёмкости транспортных перевозок?
3. Каким образом сегодня решается проблема шумового (акустического) загрязнения?
4. Что подразумевает понятие экологически устойчивого транспорта?
5. Для чего используется коэффициент экологичности транспортной системы?
6. Раскройте основные направления экологизации объектов транспорта.

Глава 7

ИННОВАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИОЭКОСИСТЕМ

Государственная региональная инновационная политика предусматривает постановку большого числа задач, в числе которых:

- содействие регионам в формировании и реализации эффективной инновационной политики и поддержке инновационного бизнеса;
- выявление и распространение «лучшей практики» в сфере создания, управления и поддержки инновационной инфраструктуры как элемента региональной инновационной системы;
- содействие в формировании и апробации моделей взаимодействия организаций инновационной инфраструктуры и инновационного бизнеса;
- развитие международных связей инновационного бизнеса и региональных инновационных структур.

Решение этих задач создаёт условия к появлению эффективных региональных систем поддержки инновационного предпринимательства и использования инновационного потенциала. В результате на государственном уровне расширяется спектр и повышается качество инфраструктуры инновационной деятельности.

Региональная экономическая и, соответственно, инновационная политика во многом определяются хозяйственной структурой региона, ключевое значение в которой имеют структурообразующие предприятия, то есть такие предприятия, которые формируют основную долю доходной части регионального бюджета, непосредственно обуславливающие социальную стабильность в регионе в результате вовлечения в производственную деятельность значительного числа трудовых ресурсов. В рамках инновационной политики региональным органам власти целесообразно координировать деятельность академического, вузовского и отраслевого секторов науки, перепрофилируя их на решение практических задач реструктуризации экономики региона, в том числе на цели расширения экспорта, импортозамещения, формирования регионального хозяйственного комплекса, имеющего собственную специализацию на едином национальном рынке.

Важнейшее значение для реализации методов регионального регулирования инновационных процессов имеют территориальные (региональные) инновационные программы и проекты, соответствующие приоритетам развития территорий. *Региональная программа поддержки инновационной деятельности* — это документ, содержащий набор основных проектов и мероприятий, реализация которых направлена на:

- развитие конкурентоспособных производств и технологий;

- использование местных природных ресурсов, производственного и трудового потенциалов;
- улучшение экологической обстановки;
- создание продуктовых и технологических проектов.

На региональном уровне в первую очередь появляется возможность создания организационно-экономического механизма взаимодействия участников инновационного процесса и экономики региона в целом.

Для выполнения поставленных задач государство должно активно поддерживать формирование регионального (внутреннего для региона) уровня инновационной политики. Региональная инновационная политика ориентирована на решение территориальных проблем, к числу которых относится эффективное использование имеющегося материально-технического, сырьевого и трудового потенциалов, удовлетворение потребностей внутреннего рынка.

Вместе с преобразованием от экономики, основанной на потреблении ресурсов, к экономике, основанной на потреблении знаний, природные ресурсы теряют свою важность как конкурентное преимущество. Напротив, развитая производственная инфраструктура, высококвалифицированная рабочая сила и наличие специализированных поддерживающих (сервисных) организаций становятся более важными элементами экономической эффективности. Это означает, что конкурентные преимущества могут создаваться в регионе в результате научно-инновационно-производственной деятельности, а не только благодаря наличию естественных природно-географических преимуществ.

Для технологической модернизации, выпуска конкурентоспособной продукции и полноценной загрузки высококвалифицированных кадров необходима интеграция предприятий отдельно взятого региона. Схема интеграции может быть, например, связана с созданием в регионе специальных организаций (предприятий) — держателей технологий общего пользования, то есть с обеспечением необходимыми технологиями и их централизацией на уровне территории.

Появление инновационных производств на территории России позволит начать организацию комплексных инновационных проектов в различных областях и станет своего рода точкой роста для инноватики в регионах. При этом необходимо понимать, что инновации нельзя запланировать, но необходимо создать условия для их возникновения. А создать такие условия невозможно без соответствующей политики государства и регионов.

Для достижения положительных результатов очень важен комплексный подход. Во многих российских регионах отсутствует единая организационная основа, обеспечивающая управление инновационной стратегией. В регионах России только создаётся инфраструктура для

управления интеллектуальным потенциалом регионов. Именно такая инфраструктура позволит определять значимые проектные инициативы, проводить их экспертизу, находить возможные способы продвижения инноваций и участников инновационного процесса, пути и инструменты инвестирования.

Многие регионы сегодня не имеют развитой инновационной системы, равно как и полноценной стратегии инновационного развития, и поэтому не могут эффективно развиваться. В регионах нет чёткого понимания разделения функций между федеральной и региональной властями относительно совместного стратегического развития региональной и национальной инновационных систем.

Формирование региональной инновационной системы может осуществляться на нескольких уровнях, каждый из которых представляет собой проект определенной сложности.

Первый уровень — формирование организационной структуры по созданию региональной инновационной системы. Для этого необходимо выявление заинтересованных институтов и организаций, формирование организационно-экономического механизма инновационной политики. Политически это наиболее сложная задача. Отсутствие решения на этом уровне очень затрудняет реализацию проектов на следующих уровнях.

Второй уровень — формирование производственной стратегии региона, формирование кластеров, промышленных групп, отраслевой и межотраслевой кооперации. Это предполагает всесторонний анализ научно-технического, образовательного, организационного потенциалов региона для выделения научно-технологических направлений развития региона. Когда речь идёт об этом уровне, в первую очередь необходимо наличие понятной стратегии развития отрасли или территории на 10–15 лет, чтобы бизнес был готов вкладывать деньги в развитие прикладных исследований и производство инноваций, ожидая поддержки на региональном уровне. Здесь региональные структуры играют незаменимую роль.

Третий уровень предполагает реализацию инвестиционных программ, инициированных на предыдущем уровне, по созданию новых и модернизации существующих элементов инновационной системы. Условно эти программы можно определить, как *проекты развития*. Успех подобного рода проектов определяется руководителем и командой, которая создаёт инновационную систему. В некоторых случаях такие проекты могут изменить стратегию регионального развития в целом.

По мнению специалистов, региональный аспект представляется одним из наиболее значимых в контексте развития инновационных процессов. Региональные инновационные системы с одной стороны выступают частью национальной инновационной системы, с другой —

компонентом соответствующих региональных социально-экономических систем.

Социальные инновации, выступая значимым фактором развития территорий, в общем виде представляют собой новые идеи, которые отвечают текущим социальным целям. Успешное развитие социальных инноваций требует создания благоприятной среды на основе экосистемного подхода, рассмотрение которого позволило сделать вывод о его комплексности за счёт более широкого охвата условий регионального развития.

Некоторыми авторами в составе региональной инновационной системы выделяется *региональная социально-инновационная система*, которая может рассматриваться как особая экосистема и включает в себя 1) акторов (органы власти, бизнес, научно-образовательные организации, структуры гражданского общества и т.д.); 2) социально-инновационную среду (инфраструктура, нормы и правила, инновационная культура и т.д.). В указанной экосистеме её компоненты взаимодействуют между собой и обмениваются потоками информационных, кадровых, финансовых и других ресурсов.

7.1. Международный опыт развития зелёных кластеров

Реализация совместных программ, связанных с развитием чистых технологий, защитой окружающей среды и переработкой отходов стала возможной в рамках развития инновационных кластеров в области защиты окружающей среды. Так называемые *зелёные кластеры* в последние годы активно создаются в большинстве стран мира, в том числе в странах Европы и России. Опыт формирования зелёных кластеров в европейских странах свидетельствует, что с их помощью страны стремятся достичь углеродной нейтральности и построить безотходную экономику. Типовая модель зелёного кластера представляет собой объединение компаний зелёной инфраструктуры, органов государственной власти, финансовых организаций, научно-исследовательских и образовательных учреждений, а также потребителей.

Наша страна взяла курс на экологизацию экономики. В 2020 г. был подготовлен национальный проект «Экология 2.0», предусматривающий снижение в два раза выбросов опасных загрязняющих веществ в атмосферный воздух к 2030 г., в октябре 2021 г. Правительством разработана «Федеральная научно-техническая программа в области экологического развития РФ и климатических изменений на 2021–2030 гг.», в ноябре 2021 г. Правительство утвердило «Стратегию социально-экономического развития России с низким уровнем выброса парниковых

газов до 2050 г.». Важную роль в достижении поставленных целей должны сыграть зелёные кластеры.

Заметные положительные результаты по созданию инновационных кластеров были достигнуты в некоторых европейских странах. При этом ориентирами в развитии стран Северной Европы в XXI в. стали:

- активное финансирование исследовательской деятельности;
- создание широкой сети технопарков, бизнес-инкубаторов для успешного взаимодействия исследовательской сферы и бизнеса;
- стимулирование развития и сотрудничества для активизации коммерциализации результатов научных исследований.

Особое внимание здесь уделялось развитию потенциала регионов, отмечалась приверженность к максимальному использованию наиболее серьёзных и значимых преимуществ, как географического, так и исторически сложившегося экономического и социально-политического потенциала.

В последние годы упомянутые страны находились в числе лидеров мировой экономики по показателю ВВП на душу населения, а также общему уровню конкурентоспособности и таким показателям, как инновации, высокий уровень развития человеческого потенциала, а также высокий уровень развития экономики в целом. Повышенное внимание уделялось также развитию образования, в том числе технического, отмечалась значительная роль привлечения иностранных, государственных и частных инвестиций.

Говоря о так называемом инновационном обществе, которое складывалось в странах Северной Европы, нельзя оставить без внимания особую роль взаимодействия инновационной сферы с другими сферами, основанную на гармоничном их вплетении в общественную инфраструктуру.

Входившая в состав Российской империи Финляндия, с её существенно меньшим потенциалом, вышла на передовые позиции в мире в сфере высоких технологий. В 1990-е гг. произошёл рывок в сторону разработки и использования высокотехнологичной наукоёмкой продукции. Основа для перехода финской экономики от ориентации на традиционные отрасли к преобладанию наукоёмких производств закладывалась в течение нескольких десятилетий. Решающим фактором стал рост инвестиций в научно-исследовательскую деятельность и особое внимание, оказываемое образованию.

Основываясь на опыте Финляндии, следует отметить, что Россия могла бы сосредоточить свои усилия на трёх-четырёх высокотехнологичных направлениях инновационного развития, которые определялись бы как отрасли или программы государственного значения. В их число должны войти корпорации по нано- и биотехнологиям.

Среди Скандинавских стран интересен также опыт Швеции. Оценивая, почему и каким образом ей удалось добиться лидирующего положения в сфере инноваций, необходимо отметить, что это явилось результатом развития страны на протяжении нескольких десятилетий, и толчком к этому развитию, также, как и в Финляндии, послужили инвестиции в образование. Говоря о приоритетах национальной политики Швеции в инновационной сфере, важно отметить, что для развития шведской индустрии необходимым стал эффективный обмен знаниями между академическими исследованиями и бизнесом, то есть между научной сферой и предпринимателями.

Швеция относится к странам, обладающим мощным научно-исследовательским потенциалом, и она уже несколько десятилетий строила эффективную экономику, основанную на знаниях. Основным приоритетом, по мнению правительства страны, ставится необходимость ещё больше вкладываться в фундаментальные исследования и, как следствие, обозначить и усилить роль вузов в инновационной системе.

Благодаря успешно функционирующей сегодня системе инновационного развития, которая основывается на чётком определении полномочий деятельности государственных органов, подведомственных учреждений и агентств, участвующих в реализации государственной политики в области инновационной деятельности, чётко определённых приоритетах всей национальной политики в инновационной сфере, Швеция является своего рода эталоном успешного взаимодействия исследований и бизнеса.

Ещё одним мировым лидером в развитии инноваций в последние десятилетия была Норвегия. Эту страну отличает ряд особенностей. Вся инновационная политика Норвегии тесно взаимосвязана с социальной, образовательной и региональной сферами. Наука и внедрение инноваций тесно связаны, то есть все части, образующие инновационную систему, взаимодействуют на достаточно высоком уровне, что приводит к успешной производительной деятельности. Норвегия входит в число стран, которые активно используют потенциал регионов. Несмотря на то, что правительство разрабатывает инновационную стратегию, фактически всё осуществление инновационной политики происходит в регионах.

Норвегия совершенствовала свою инновационную систему довольно быстрыми темпами, развивая её поддержку и финансируя научные исследования. Так, сформировался ИТ-сектор, связанный с нефте- и газодобычей, росли судостроительные компании, развились технологии добычи на шельфе. Страна не только создала свою инновационную систему, но и сделала её частью глобальной. Всё это стало возможным благодаря развитию потенциала регионов, что привело к конкуренции и межрегиональному соревнованию среди вузов за финансирование, за

студентов для того, чтобы отвечать запросам рынка. Успешное взаимодействие науки и образования в Норвегии берёт своё начало из нефтегазовой отрасли.

Помимо преимуществ в инновационном развитии, Норвегия также является одним из крупнейших в мире экспортёров нефти. Когда эта северная страна осваивала континентальный шельф, она обладала развитым судостроением, металлургией, рыболовством, но не имела опыта производства оборудования для нефтегазового сектора, а также опыта оказания услуг в данной сфере. Многие компании переориентировались на нефтегазовую сферу, спустя время, благодаря разработкам, сделанным уже в самой Норвегии, они стали занимать свою нишу высокотехнологичного оборудования по добыче нефти на мировом рынке, вытесняя иностранных конкурентов. Секрет такого успеха объясняется активной государственной поддержкой приоритетных составляющих в развитии нефтегазового машиностроения и сервисных услуг в целях обеспечения долгосрочного экономического роста.

Успешному развитию нефтегазовой сферы способствовала и политика в области образования, которая ставила приоритетом активные исследования в данной отрасли. Проводилось обучение специалистов, для этого приглашались иностранные профессора за счёт государства, финансировались и стимулировались научно-исследовательские разработки и повышение квалификации учёных.

Позднее вышеперассмотренных стран на путь инновационного развития встала Дания. Вся датская экономика носит довольно специализированный характер, за счёт чего Дания поддерживает конкурентоспособность на мировом рынке. Особого внимания заслуживают информационные технологии, биотехнологии, а также фармацевтика, но нельзя оставить без внимания и развитие ветроэнергетики. Большинство компаний Дании являются компаниями малого и среднего размера, поэтому особое внимание уделяется кооперации с более крупными компаниями, которые связаны с ними в технологическом плане в процессе создания и развития новых продуктов.

Правительство стимулировало сотрудничество между частным и государственным секторами для коммерциализации результатов научных исследований, повышения конкурентоспособности страны. Для этого создавалась широкая сеть научных парков, инкубаторов, фондов для развития технологий.

Инновации в Дании считаются условием развития всего общества в целом и сохранения позиций страны на мировом рынке, а также ключом к благополучию. В связи с глобализацией и быстрым развитием технологий инновационная политика требует своевременной коррекции, регулярного изменения приоритетов, введения новых мер и изменения уже

действующих. В данном контексте чёткая координация инновационной политики стала условием её успешности.

Формирование кластеров на международном уровне представляет собой эффективный механизм инновационного развития периферийных регионов стран-участниц кластерных взаимодействий, однако научные работы по изучению данного явления направлены на описание отдельных примеров без проведения глубокого сравнительного анализа.

Все международные кластеры по уровню локализации могут быть подразделены на две группы — трансграничные и транснациональные. *Транснациональный инновационный кластер* представляет собой разновидность международного кластера, участники которого сосредоточены преимущественно в не граничащих друг с другом регионах двух и более стран. Членами такого кластера могут выступать как широкой круг самостоятельных заинтересованных сторон, так и отдельные региональные кластеры.

Трансграничный инновационный кластер также является разновидностью международного кластера, однако его члены локализованы в приграничных территориях соседних стран. На основе приведённой классификации в Балтийском регионе были выделены успешные примеры создания международных кластеров.

В странах Северной Европы и Германии большое внимание уделяется стимулированию научно-исследовательской, технологической и инновационной деятельности. Инновационная политика этих государств направлена на повышение эффективности использования передовых знаний и технологий с последующим внедрением инноваций в экономику, что в свою очередь обеспечивается высокой степенью взаимосвязи между теоретическими и практическими исследованиями.

Одним из результатов долгосрочной и целенаправленной кластерной политики Европейского Союза (ЕС) стало формирование инновационных кластеров различной специализации, которые охватывали территорию нескольких европейских государств. В отечественной литературе они получили название «*мегакластеры*». Например, спецификой кластерной политики, реализуемой на федеральном уровне в Германии, является поддержка биотехнологических и медицинских кластеров с целью закрепления лидерства страны в данных отраслях экономики. Следует подчеркнуть, что программы ЕС и федерального центра, инициируемые в том числе Министерством экономики и технологий Германии, как правило, финансируются на паритетной основе с участием средств бюджета земель и частных инвесторов.

В рамках развития инновационных кластеров создан Европейский фонд регионального развития. В рамках Программы межрегионального сотрудничества «Interreg» организовано развитие сотрудничества регионов

ЕС, а также других стран в таких областях как инновации, окружающая среда и предотвращение рисков.

В европейских странах зелёные кластеры направлены на реализацию международных соглашений по сокращению выбросов. Их цель — перейти на чистые технологии, достичь углеродной нейтральности и создать экономику замкнутого цикла. В России зелёные кластеры способствуют достижению целей устойчивого развития, а в конечном итоге — экологических показателей, установленных в национальных проектах, программах и стратегиях.

7.2. Политико-экономическая повестка современных климатических вызовов

Тенденция к выводу вопросов изменения климата на первый план мировой политико-экономической повестки наметилась в последние годы. Планы Европейского Союза (ЕС) по введению пограничного корректирующего углеродного механизма подтолкнули многих производителей «углеродоёмкой» продукции, экспортируемой в ЕС, к пересмотру своей углеродной стратегии. Назревший в западных экономических центрах консенсус о легитимности торговых ограничений для товаров с высоким углеродным следом — реальная угроза для российского экспорта.

Ссылаясь на риски «недостижения» цели Парижского соглашения, возникает необходимость введения пограничных углеродных барьеров, предполагающих взимание дополнительных сборов на импортные товары, произведённые в странах с недопустимо низким уровнем климатического регулирования.

Комитет Европейского парламента по международной торговле призывает к тому, чтобы Парижское соглашение и установленная им цель об удержании роста температуры Земли в пределах 1,5 °C стали «одним из основных руководящих принципов» торговой политики ЕС, с которым «должны быть синхронизированы все инициативы в сфере торговли и инструменты по их реализации». Ключевой инициативой является проект введения *«пограничного корректирующего углеродного механизма»* (carbon border adjustment mechanism), суть которого сводится к взиманию сбора с ввозимой на территорию ЕС продукции с высоким углеродным следом.

Введение пограничных углеродных сборов — лишь одно из проявлений «зелёного» развития мировой экономики. Помимо усиления национальных политик сокращения выбросов (к настоящему времени уже 127 стран заявили о планах достижения углеродной нейтральности,

включая Китай), всё большее количество крупных инвестиционных фондов, пенсионных фондов, страховых компаний и иных институциональных инвесторов обозначают планы о выводе активов из угольных, нефтяных и даже газовых проектов.

Инициативы по введению цены на углерод — в виде углеродного налога или системы торговли выбросами — получают все большее распространение по миру. В настоящее время уже действуют 60 инициатив в различных странах и регионах мира, устанавливающих цену на углерод в том или ином виде.

В одном лишь 2019 г. начали работу 10 таких инициатив — столько же, сколько за три года до этого. Так, первый в Африке налог на углерод был введен в Южно-Африканской Республике (ЮАР), первопроходцем в Азии стал Сингапур. В 2020 г. первая в Латинской Америке пилотная система торговли выбросами была запущена в Мексике. В Бразилии возможность введения подобной системы находится на стадии рассмотрения. В декабре 2019 г. Министерство экономики Бразилии сообщило, что участники совещания, на котором присутствовали представители самого министерства, Всемирного банка и Бразильского делового совета по устойчивому развитию, договорились ускорить изучение вопроса о создании механизма установления цены на углерод на основе национальной системы торговли выбросами парниковых газов.

С 01 февраля 2021 г. национальная система торговли выбросами начала работу в Китае. О запуске национальной системы было объявлено ещё в декабре 2017 г. по результатам пилотных проектов по регулированию выбросов в семи провинциях страны.

В корпоративном секторе вводятся отраслевые системы контроля и регулирования выбросов; в мировом масштабе очень быстро растёт число компаний, которые стремятся к сокращению углеродного следа вдоль всей цепочки добавленной стоимости, ориентируясь на растущие со стороны инвесторов требования к раскрытию климатической отчётности.

Рынки углеродных кредитов начали появляться в 2000-е гг. Впервые были запущены климатические биржи в Европе (Париж, Лейпциг, Осло), США (Чикаго) и некоторых странах Азии (Сингапур), где торгуются фьючерсы и свопы на стандартные объёмы выброса (рис. 7.1).

В сентябре 2019 г. Россия ратифицировала Парижское соглашение, которое предполагает сокращение к 2030 г. выбросов парниковых газов до 70–75 % от уровня 1990 г. при условии максимально возможного учёта поглощающей способности лесов. После этого Президент России подписал указ по созданию национальной системы климатического регулирования.

Парижское соглашение не требует от промышленности подписавших его стран отказа от сжигания ископаемого топлива — нефти, газа и угля. Но при этом оно обязывает все страны работать над снижением выбросов

и их очистке, над технологическим перевооружением работающих предприятий.

В России вступил в силу Федеральный Закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» для регулируемых организаций, который обязывает вести соответствующую отчётность и формирует понятийную базу (климатический проект, углеродная единица, реестр углеродных единиц, кадастр парниковых газов и т.д.) для обращения углеродных единиц.

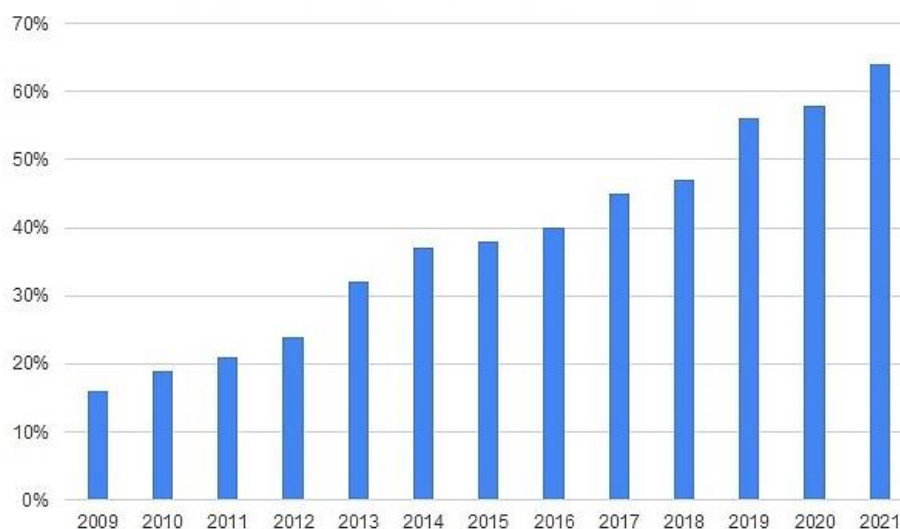


Рис. 7.1. Доля глобальных парниковых выбросов, покрываемых рынком углеродных кредитов

В соответствии с законом, эмитенты парниковых газов (отрасли, предприятия, объекты осуществляющие выбросы) относятся к регулируемым и должны предоставить отчёт, если выполняются следующие условия: масса выбросов парниковых газов составляет более 150 тыс. т CO₂-эквивалента в год. С 01 января 2025 г. планка понизится до 50 тыс. т и менее, то есть под регулирование попадут и более мелкие производства. 14 марта 2022 г. правительство утвердило критерии отнесения предприятий к числу регулируемых. Так, например, к их числу относятся предприятия, чей производственный процесс включает стационарное сжигание топлива, в том числе, на факельных установках, добыча нефти и газового конденсата и др.

Под *углеродной единицей* понимается верифицированный результат реализации климатического проекта, выраженный в массе парниковых газов, эквивалентной 1 т углекислого газа. То есть одна единица соответствует 1 т сокращения, предотвращения или увеличения поглощения парниковых газов. Они выпускаются при сокращении

компаниями выбросов ниже выделенных им квот и могут быть проданы или переданы компаниям, выбросы которых превышают квоты, и зачтены им при оценке их негативного воздействия на окружающую среду.

Углеродные единицы выпускаются в обращение на основании верифицированного отчёта о реализации климатического проекта и записываются на счёт исполнителя климатического проекта. *Квоты* могут давать права предприятиям на определенный объем выбросов и подтверждать их сокращение в случае реализации климатических проектов. Образование излишков такой квоты и возможность извлечения из этого прибыли, в том числе за счёт снижения налоговых и штрафных расходов в долгосрочной перспективе, является дополнительным мощным стимулом для реализации перехода на наилучшие доступные технологии.

Квота будет устанавливаться на основании методики, определяемой специально уполномоченным федеральным органом исполнительной власти. При определении квоты должны также учитываться особенности применяемых технологий, объём инвестиций, выручка от реализации и суммы поступлений в бюджеты в соответствующей отрасли экономики страны. Квоты должны пройти общественное обсуждение в том числе с региональными регулирующими организациями. Они устанавливаются с учётом баланса фактических выбросов и поглощений и планируемых темпов соответствующих сокращений.

В российских компаниях преимущественно проводится корпоративная оценка углеродного следа — на уровне организации. На данный момент такая оценка чаще всего производится по следующим областям (типам) выбросов парниковых газов:

- *прямые выбросы (Score 1)* — выбросы от источников, принадлежащих или контролируемых организацией (выбросы от сжигания ископаемого топлива в котлах, печах и/или передвижных установках, от производства продукции);

- *энергетические косвенные выбросы (Score 2)* — выбросы от сжигания топлива на сторонних энергоисточниках для выработки энергии, закупаемой данной организацией;

- *прочие косвенные выбросы (Score 3)* — выбросы парниковых газов, которые связаны с осуществлением организацией хозяйственной и иной деятельности, (выбросы, образующиеся при добыче, производстве и транспортировке топлива, сырья, материалов, полуфабрикатов, а также выбросы от использования продукции и утилизации её остатков).

По отношению к организации все косвенные выбросы можно условно разделить на две части: 1) *выбросы вверх по цепочке поставок (upstream emissions)* и 2) *выбросы вниз по цепочке поставок (downstream emissions)*. Как правило, к первым относят выбросы, связанные с производством и доставкой приобретённых товаров и услуг, ко вторым —

выбросы, связанные с доставкой и использованием проданных произведённых товаров и услуг, включая утилизацию остатков продукции после использования.

Корпоративный углеродный след на уровне организации — это оценка всех выбросов парниковых газов организации. В первую очередь это Score 1 и Score 2, а также расчёт Score 3. В рамках программы по парниковым газам в России расчёт Score 3 на данный момент является не обязательной процедурой при оценке корпоративного углеродного следа, но на добровольной основе возможен.

Углеродный след продукта — это расчёт выбросов парниковых газов в течение жизненного цикла продукта, товара или услуги. Для оценки углеродного следа продукта, в отличие от корпоративного углеродного следа, необходимо оценивать все три области охвата выбросов парниковых газов (Score 1 + 2 + 3) в установленных границах расчёта (от производства сырья до захоронения, переработки отходов или от производства сырья до момента выхода из организации).

При расчётах выбросов парниковых газов применяются различные российские и зарубежные методики. Компании проводят расчёты самостоятельно или привлекают консультантов. В любом случае для определения объёмов выбросов парниковых газов требуется использование большого количества корпоративных данных из разных источников и выполнение многоуровневых расчётов.

Уникальный природно-климатический потенциал России даёт ей возможность быть не объектом, а одним из ключевых субъектов глобальной климатической повестки, предлагать другим странам решения стоящих перед ними климатических вызовов. Для реализации имеющегося потенциала нашей стране необходимо:

- обеспечить прозрачность в части разработки регуляторно-правовой базы стандартов измерения и отчётности по выбросам парниковых газов, в том числе обеспечить мониторинг, верификацию, сертификацию проектов на основе уточнения научных знаний о поглощениях на сельскохозяйственных землях и в лесах, в том числе в рамках карбоновых полигонов;

- пересмотреть национальную количественную цель по сокращению выбросов парниковых газов в сторону её ужесточения;

- двигаться к выстраиванию полноценной системы регулирования в стране со стимулами для компаний, сокращать выбросы;

- запустить систему добровольных проектов для создания возможностей для российских компаний, заинтересованных в сокращении углеродного следа, по реализации проектов в этой сфере;

- в рамках формирования национальной системы углеродного регулирования отдельно рассмотреть вопрос о создании собственного

стандарта (или стандарта в рамках БРИКС) сертификации и верификации единиц сокращения выбросов, учитывающего все локальные особенности, а также усилить взаимодействие в рамках БРИКС (в перспективе — с целью создания системы взаимозачёта сокращений);

- на стратегическом уровне выстраивать комплексную систему землепользования, основанную на учёте экосистемных услуг, предоставляемых сельскохозяйственными землями и лесами, включая услуги поглощения выбросов парниковых газов;

- вовлечь фонд российских заброшенных сельскохозяйственных земель в периметр управляемых;

- уделить большее внимание подходам, связанным с уходом за лесом (защитное лесоразведение, повышение устойчивости лесонасаждений к изменениям климата, лесным пожарам, болезням, борьба с эрозией);

- уделить внимание проектам, направленным на усиление профилактики лесных пожаров и сельскохозяйственных палов, совершенствованию охраны лесов от пожаров;

- поставить задачу для российской селекции по подготовке новых сортов для целей карбонового земледелия и лесных проектов.

7.3. Экологическое, социальное и корпоративное управление

Появившиеся в середине XX в. идеи корпоративной социальной ответственности со временем трансформировались в концепцию устойчивого развития. Появившиеся в 2015 г. «Цели в области устойчивого развития» (ЦУР) начинают активно интегрироваться в стратегии развития как государств, так и корпоративного сектора. Кроме того, они все чаще принимаются и применяются на финансовых рынках, поскольку экологические, социальные и управленческие инвестиции (ESG-инвестиции) становятся все более популярными. Стремление государств и корпораций к достижению этих целей начинает выступать неотъемлемым элементом их политики, за счёт чего формируется рынок «устойчивых» инвестиций.

Изменения в международной политике, произошедшие за последние годы, придали импульс установлению связи между инвестициями и достижением ЦУР на глобальных рынках капитала. Общая цель рынка «устойчивых» облигаций состоит в том, чтобы продвигать и усиливать важную роль, которую финансовые рынки могут играть в решении экологических и социальных проблем за счёт ответственного инвестирования, фиксируя социальные и экологически благоприятные проекты, на которые распределяются доходы от финансовых вложений

инвесторов. Тем самым финансируются социальные и экологические инвестиции.

Современный мир бизнеса строится на *трёх принципах*: экологической политике (ecology), социальной ответственности (social) и корпоративном управлении (governance), которые составляют *ESG-концепцию*, опирающуюся на 17 целей устойчивого развития ООН. Указанная концепция способствует совмещению задач бизнеса по максимизации прибыли и снижению расходов, при этом заботясь об окружающей среде, социальной сфере и качестве корпоративного управления.

ESG-концепция — предполагает способ управления рисками и открытие новых возможностей, а не создание социальных и экологических ценностей. При этом *экологический компонент* концепции сосредоточен на следующей проблематике:

- изменения климата (выбросы CO₂ в атмосферу, финансирование экологических программ);
- природные ресурсы (биологическое разнообразие и землепользование, нехватка воды и т.д.);
- отходы и загрязнение (токсичные, радиационные отходы; отходы производства и потребления);
- использование зелёных технологий (энергия из возобновляемых источников, восстановление территории деятельности компании).

Социальный компонент ESG-концепции включает в себя:

- человеческий капитал (управление трудовыми ресурсами, здравоохранение и безопасность, развитие человеческих ресурсов и т.д.);
- ответственность за безопасность качество продукции;
- сопротивление заинтересованных сторон (использование сырья из непроверенных источников);
- социальные возможности (доступность информации, финансирования и здравоохранения).

Наконец *управленческий компонент* ESG-концепции предполагает корпоративное управление (открытость, отчётность, система поощрений) и корпоративное поведение (деловая этика, налоговая прозрачность и т.д.).

Понятие ESG-принципов появилось впервые в докладе «Who cares wins. Connecting financial markets to a changing world» (2004 г.), разработанном по инициативе Глобального договора ООН. Доклад представляет из себя рекомендации участникам финансового рынка для учёта ESG-вопросов при инвестиционном анализе, управлении активами и брокерских операциях с ценными бумагами. ESG-принципы получили широкую популярность после принятия в 2006 г. Принципов ответственного инвестирования ООН.

Деятельностью, связанной с ESG-принципами, занимаются:

1. *Компании.* Придерживаясь ESG-принципов и соответствующих рекомендаций у компаний, появляется доступ к новым возможностям и учёту рисков. Необходимая информация публикуется для повышения репутации ответственного бизнеса, ESG-рейтинга для доступа к целевому финансированию.

2. *Инвесторы,* которые обращают внимание на ESG-факторы при формировании инвестиционного портфеля, делая упор на их связь с финансовыми показателями. Для инвесторов существенным ESG-фактором считается тот, который связан с принятием экономических решений, влияет на финансовый результат и стоимость компании.

3. *Биржи,* интегрирующие ESG-факторы в правила листинга и учитывающие лучшие практики при создании новых индексов. Начат процесс создания альтернативных ESG-индексов, состоящих из компаний с высоким уровнем внедрения практик устойчивого развития.

4. *Банки.* Разработка зелёных и социальных проектов в компаниях требует привлечения огромных финансов. Чтобы поддержать инициативы по внедрению ESG-принципов, банками разработан алгоритм выдачи зелёных кредитов.

Для того, чтобы представители заинтересованной стороны могли оценить динамику и результаты в ESG-области, организация публикует отчёты с раскрытием соответствующей информации. ESG-отчётность может называться по-разному — как отчётность в области устойчивого развития или корпоративной социальной ответственности, как отчётность по ESG-рискам и возможностям. Участники рынка хотят знать, каким образом компании рассчитывают ESG-риски и учитывают ESG-факторы при формулировании своей бизнес-стратегии. Предоставление информации по факторам ESG позволяет подтвердить репутацию компании, в то время как отказ от её раскрытия может негативно повлиять на рыночную стоимость компании, доступ к капиталу и репутацию бренда на рынке.

Институциональные инвесторы, как правило, рассматривают ESG-факторы с точки зрения создания долгосрочной стоимости. Кроме того, на рынке сформировалась растущая группа ESG-инвесторов, которые работают исключительно с «устойчивыми» компаниями. Все вместе эти инвесторы всё громче заявляют о своих интересах в этой области.

В России интерес к ESG-принципам проявляют преимущественно крупные компании. Среди руководителей среднего бизнеса с этими принципами знакомы 39 % опрошенных, а в сегменте малого бизнеса осведомлённых всего 30 %. Большинство (78 %) из тех, кто имеет представление о ESG-принципах, утверждают, что их соблюдение не является важным фактором сотрудничества в глазах партнёров, инвесторов и кредиторов предприятий.

В ESG-рейтинге RAEX-Europe, который охватывает 160 российских компаний, по состоянию на начало 2022 г. не было ни одной компании, являющейся субъектом малого или среднего предпринимательства. В большинстве других российских ESG-рейтингов малые и средние компании также отсутствуют (табл. 7.1).

Таблица 7.1. ESG-рейтинг российских компаний (апрель, 2023 г.)

Название	Подотрасль	Е-рейтинг	S-рейтинг	G-рейтинг
НЛМК	Черная металлургия	AA	AA	A
«Полюс»	Драгоценные металлы	AAA	A	A
«Уралкалий»	Агрохимикаты	BBB	AA	AA
«ЭЛС-энерго»	Электроэнергетика	BBB	A	AAA
«Полиметалл»	Драгоценные металлы	A	A	AA
«ФосАгро»	Агрохимикаты	BBB	A	AA
МКБ	Банки	A	A	AA
«Норникель»	Добыча прочих полезных ископаемых	BBB	A	AA
«Северсталь»	Черная металлургия	BBB	A	A
«Лукойл»	Интегрированные нефтегазовые компании	BBB	A	AA

Таким образом, сегодня российские малые и средние компании находятся в стороне от тренда на ESG-принципы. В тех малых и средних предпринимательствах (МСП), где реализуются ESG-инициативы (например, отказ от бумажных чеков и др.), они носят точечный характер и не встроены в повестку устойчивого развития компании. Инициатором перехода к устойчивому развитию для МСП в нашей стране могут стать заказчики их товаров и услуг из числа крупных компаний. Как было указано выше, одним из требований международной системы стандартов учёта парниковых газов Greenhouse Gas (GHG) Protocol в части корпоративного стандарта, предъявляемых крупным компаниям по категории прочих косвенных выбросов (Score 3), рекомендовано учитывать все не прямые выбросы, которые участвуют в производственно-сбытовой цепочке компании. В настоящее время управление выбросами в рамках цепочки поставок — единственный способ добиваться изменений в том объёме, который необходим для планеты.

Рекомендуется применять признанные *международные стандарты* для ESG-отчётности, которые компания может выбрать самостоятельно с учётом специфики и приоритетов компании. Стандарты публикуются следующими организациями:

1. Совет по международным стандартам отчётности устойчивого развития (SASB). Включает рекомендации по разделам и показателям отчётности для 77 отраслей по всем трём ESG-аспектам.

2. Проект раскрытия информации об углеродных выбросах (CDP). Помогает измерять свои риски и возможности в области изменения климата, обезлесения и водной безопасности.

3. Рабочая группа по раскрытию финансовой информации, связанной с изменением климата (TCFD). Даёт 11 рекомендаций, позволяющих повысить эффективность раскрытия климатической информации.

7.4. Карбоновые полигоны России

Пилотный проект Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по созданию в России принципиально новых технологий — основы будущей низкоуглеродной индустрии — строится на создании так называемых карбоновых полигонов.

Карбоновый полигон — это территория с определёнными природно-климатическими условиями, на которой проводятся эксперименты по измерению объёмов выбросов парниковых газов и их поглощения. Это уникальные экосистемы, созданные для реализации мер контроля климатических активных газов с участием университетов и научных организаций.

К числу основных задач карбоновых полигонов относятся:

Мониторинговые наблюдения за эмиссией и поглощением климатически активных (парниковых) газов посредством наземных и дистанционных методов измерений.

Оценка пространственной и временной изменчивости эмиссии и поглощения парниковых газов, а также определение интегральных значений потоков для различных территорий за определенные интервалы времени.

Отработка технологических решений контроля эмиссии и поглощения парниковых газов на основе полного (завершённого) технологического цикла, направленных на уменьшение их эмиссии и увеличение поглощения природными экосистемами, а также испытание и верификация технологий в реальных и критических условиях.

Разработка и адаптация технологий дистанционного мониторинга структуры и состояния растительного и почвенного покрова, эмиссии и поглощения парниковых газов с использованием данных наземных измерений и методов математического моделирования.

Подготовка кадров высшей квалификации в области новейших методов экологического контроля, перспективных технологий для низкоуглеродной индустрии, сельского и муниципального хозяйства.

Миссия карбоновых полигонов в России до 2025 г. предусматривает:
1) количественную оценку эмиссии и депонирования парниковых газов

(CO₂, CH₄, N₂O) в природных и трансформированных ландшафтах посредством объединения результатов наземных и дистанционных методов для понимания пространственной и временной изменчивости депонирования углерода и динамики потоков климатически активных газов; 2) отработку технологии ассимиляции разнородных данных (спутниковых и наземных; инвентаризационных, дистанционных и прямых измерений) в общую модель источников и стоков на территории региона и всей страны; 3) верификацию с помощью прямых наземных измерений алгоритмов и вычислительных технологий для определения содержания атмосферных газов несколькими дистанционными методами.

До 2030–2035 гг. предполагается отработка регионально верифицированной методики, учитывающей ожидаемые климатические изменения, определения объёмов депонирования углерода наземными экосистемами и разработка оптимальных базовых технологий мониторинга депонирования и секвестрации углерода.

Территории, на которых с помощью специальных технологий увеличивается поглощение углекислого газа и производятся углеродные единицы, называют *карбоновыми фермами*. Углеродные единицы будут покупать производства, неспособные перейти на углероднейтральную продукцию, в качестве компенсации выбросов парниковых газов в атмосферу.

Реализуются карбоновые фермы многими путями и способами. Это может быть озеленение огромных вырубленных пространств деревьями, максимально эффективно фиксирующими углерод из атмосферы, выращивание больших объёмов морских водорослей и т.д. Среди возможных подходов к реализации подобных проектов: 1) *естественные лесные массивы* (лесное хозяйство), где в основе декарбонизации лежит процесс фотосинтеза; 2) *искусственно созданные массивы* или полосы специального озеленения (подобно профессиональным санитарно-защитным и охранным зонам или буферным территориям) включая уникальные генно-модифицированные породы растений с высокой поглотительной способностью за счёт фотосинтеза; 3) *искусственные деревья* — специальные металлические конструкции, где в основе декарбонизации лежит процесс абсорбции углекислого газа щелочным раствором с образованием твёрдого осадка соли, который требуется утилизировать.

Продукция карбоновых ферм должна оставлять наименьший «экологический след» и ни в коем случае не должна использоваться как топливо. Улавливание CO₂ зависит не только от количества его в атмосферном воздухе, но и от вида растительности. Хорошей способностью к поглощению, например, обладают эвкалипт, бамбук, осина, ольха, адамово дерево. На таких фермах необходимы соответствующие противопожарные мероприятия и определенные типы

растений, чтобы углерод как можно дольше оставался «законсервированным» (рис. 7.2).

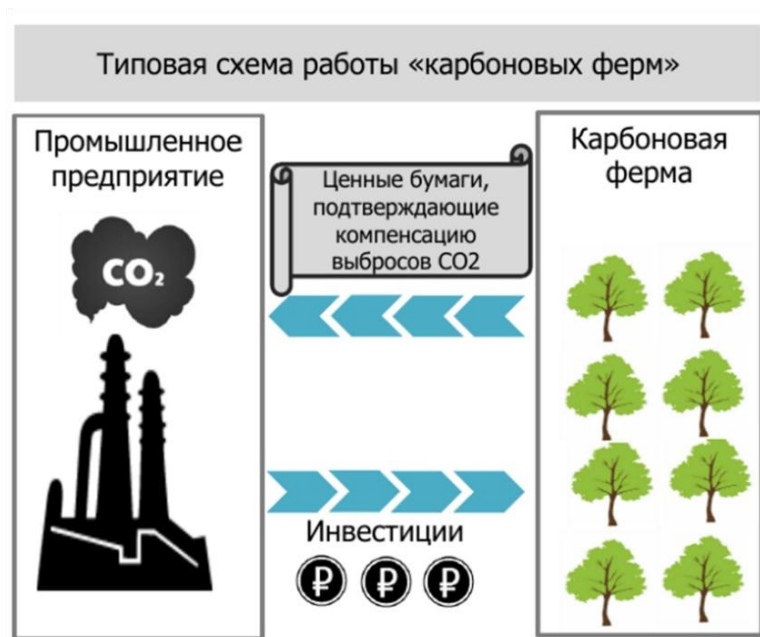


Рис. 7.2. Схема работы карбоновых ферм

На территории карбоновой фермы леса должны быть инвентаризированы, выделены эталонные участки, процесс секвестрации углерода должен быть аттестован и сертифицирован. В России идея карбоновых ферм появилась в том числе и в связи с большим количеством заброшенных земель. По разным оценкам, их примерно 40–50 млн га.

В рамках реализации программы по проведению мероприятий для уменьшения эмиссии и увеличения поглощения парниковых газов природными экосистемами на карбоновых полигонах планируются разноплановые исследования и эксперименты, предусматривающие в том числе: 1) выращивание высокопродуктивных насаждений; 2) восстановление антропогенно-нарушенных земель; 3) обводнение торфяников, восстановление водно-болотных угодий; 4) рациональное лесопользование и восстановление лесов; 5) регенеративное сельское хозяйство и животноводство.

Леса России (22 % мировых лесных ресурсов) являются ключевым элементом депонирования углерода на планете. Ежегодное накопление углерода в фитомассе лесного фонда нашей страны оценивается в 500 млн т в год, что составляет от 10 до 25 % мирового объема поглощения CO₂. В программу деятельности карбоновых полигонов в настоящее время включены девять субъектов Российской Федерации: Республика Татарстан, Чеченская Республика, Краснодарский край, а также Калининградская,

Московская, Новосибирская, Сахалинская, Свердловская и Тюменская области. Операторами полигонов выступают ведущие университеты и научно-исследовательские институты России.

Применение современных методов исследований и технологий, соответствующих приемлемым международным стандартам, позволит: 1) получить точные данные об эмиссии и поглощении парниковых газов природными наземными и морскими экосистемами; 2) развить новые технологии для рационального использования и сохранения природных ресурсов; 3) уменьшить негативные последствия роста антропогенной эмиссии на климат; 4) приблизиться к решению стратегической задачи по достижению Россией углеродной нейтральности к 2060 г.

На российских карбоновых полигонах осуществляется разработка и тестирование достаточно широкого набора технологий, которые можно разделить на четыре категории: 1) *общие технологии*, включающие специальное программное обеспечение, технологии наблюдения, оценки и моделирования эмиссии и поглощения парниковых газов; 2) *сельскохозяйственные технологии* (углеродное, высокоэффективное растениеводство); 3) *лесахозяйственные технологии*, включающие неистощимое лесопользование и технологии повышения поглощающей способности лесов; 4) *технологии получения углеродно-нейтральной продукции* (биоchar, трудноразлагаемый биоуголь).

Карбоновые полигоны расположены в разных регионах России и представляют различные типы ландшафтов и экосистем. Они могут быть однородными или состоять из участков, характеризующих отдельные экосистемы. Площадь полигонов варьирует от 2,0 до 10,7 га (рис. 7.3).

Среди научных результатов, полученных на карбоновых полигонах в России, следует выделить достижения *полигона «БиоКарбон»* в Новосибирской области, где были: 1) определены три площадки для изучения структурно-функциональных особенностей естественных и антропогенно-производных лесных экосистем, выполнена характеристика автотрофного блока, ответственного за секвестрацию атмосферного углерода; 2) выявлен видовой состав высших сосудистых растений и их количественное соотношение для каждой площадки, а также соотношение экологических групп и жизненных форм; 3) выделен бобовый компонент, ответственный за фиксацию атмосферного азота; 4) подобраны спутниковые снимки среднего и высокого разрешения на территорию полигона и его окрестностей.

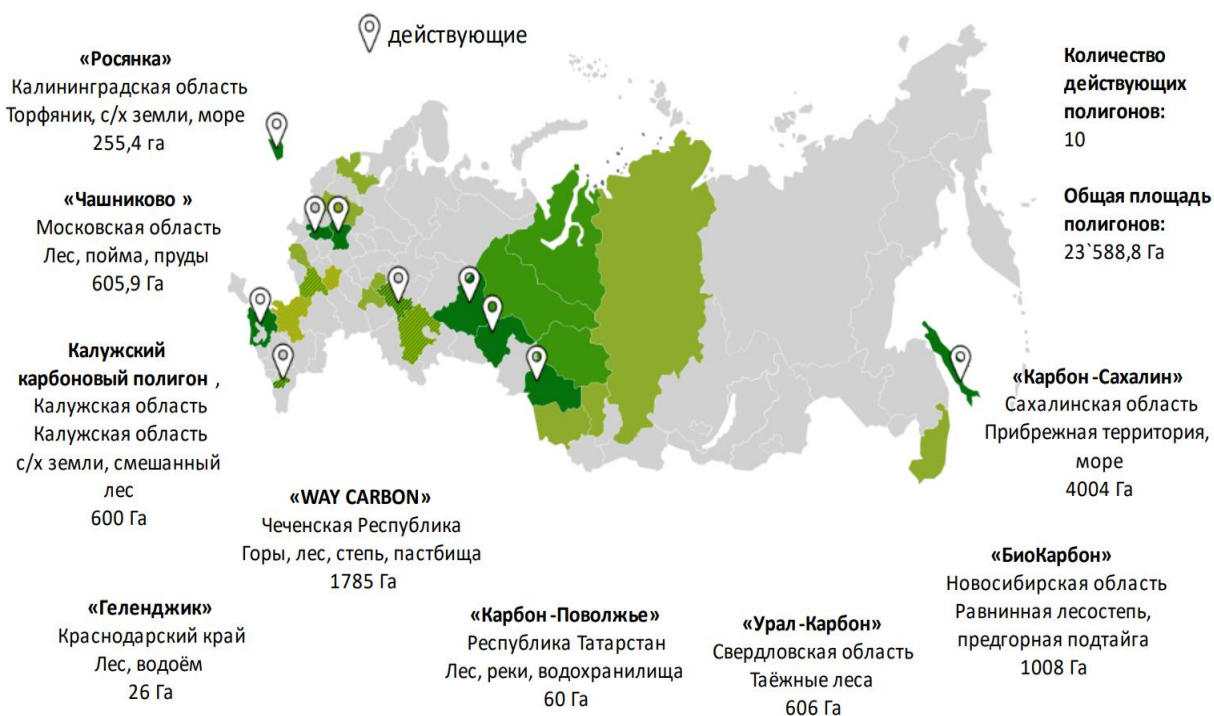


Рис. 7.3. Карбоновые полигоны России

На *Калужском карбоновом полигоне* получены научные результаты по повышению углерододепонирующей способности на залесенных землях сельскохозяйственного назначения. Здесь ведётся мониторинг эмиссии парниковых газов при естественном изреживании древостоя и лесными территориями после низового пожара; производится оценка объёмов наземной фитомассы на основании радарных, лидарных, мульти- и гиперспектральных снимков с использованием беспилотных воздушных судов и спутниковых снимков. Также ведётся распознавание видового состава по гиперспектральным снимкам высокого разрешения, моделирование и расчёт объёмов опада и подземной фитомассы для лесных участков на основании данных дистанционного мониторинга.

На карбоновом полигоне *«Карбон-Сахалин»* разработана технология получения биочара методом пиролиза из выбросов морских макрофитов. Здесь развиваются технологии по переработке и утилизации морских моллюсков.

Кроме того, на карбоновом полигоне *«Урал-Карбон»* в Свердловской области планируется получить результаты непрерывных измерений концентрации парниковых газов в приземном слое и полного содержания парниковых газов в атмосферном столбе над Коуровской астрономической обсерваторией; ряд спутниковых данных по вегетационным индексам территорий полигонов. Здесь будут отобраны данные ретроспективного климатического анализа ERA5 для территорий полигонов; произведено описание участков пробных площадей карбонового полигона с

лесоводственно-таксационными и геоботаническими характеристиками лесных насаждений и описанием почв с выделением основных типов, и оценкой запасов гумуса; составлены цифровые карты лесоустройства и получены массивы измерений потока CO_2 с поверхности почвы. Также будет проведено определение продуктивности перспективных древесных и травянистых интродуцентов, определён запас углерода и азота в фитомассе основных сельскохозяйственных растений региона.

7.5. Регенерирующие города и экологическое строительство

Урбанизация — это рост городов и связанные с ним изменения биосферы; процесс концентрации производства, научных и культурных объектов, учебных заведений, создающий предпосылки для роста культуры, улучшения быта, занятости, снабжения и улучшения медицинского обслуживания. Однако изменения окружающей среды здесь могут отрицательно влиять и на человека, что обусловлено появлением «островов жары», проявлением «светового голода», смога; влиянием шума, вибраций, ультразвуковых и электромагнитных излучений; распространением инфекций; сдвигами в характере питания людей; возникновением негативных социальных последствий и т.д.

В 1800 г. был только один город с миллионным населением — Лондон. С того времени и далее глобальная урбанизация, тесно связанная с технологиями промышленной революции, шла полным ходом. С 1900 г. по 2011 г. население планеты выросло в 4,5 раза, с 1,5 до 7 млрд. За это время городское население в мире увеличилось в 16 раз, с 225 млн до 3,6 млрд, и составило 52 % мирового населения. Сейчас этот показатель составляет 55 % и в мире насчитывается около 4,2 млрд городских жителей. Ожидается, что к 2030 г. 60 % населения планеты, или около 5,0 млрд, будут жить в городе (рис. 7.4), что в три раза больше общего количества людей, живущих на планете в 1900 г. Сегодня в мире насчитывается более 468 городов с населением 1 млн жителей, при этом в 33 современных мегаполисах население превышает 10 млн человек.

Города занимают территории, на которых человечество осуществляет множество социальных, экономических и культурных логически осмысленных операций, называемых транзакциями. Эти территории являются центрами глобальных систем коммуникаций и транспорта. *Город* — это населённый пункт, имеющий соответствующий статус с учётом численности населения, характера занятий большинства его жителей, географического, экономического, исторического и культурного значения.

При урбанизации у населения возникают такие экологические затруднения, как возрастающая потребность в ресурсах и накопление большого количества отходов. Города становятся нашим основным местом обитания, но урбанизация в её нынешнем виде вызывает обострение экологических проблем. Исследования, проведённые в Индии и Китае, показали, что люди, переезжающие из сельской местности в город, начинают потреблять в четыре раза больше ресурсов.



Рис. 7.4. Динамика роста городского населения

Материальное благосостояние и рост городов тесно связаны друг с другом. Они имеют отношение к желанию человека иметь большее жилое пространство, автомобиль для передвижения, укрыться от городского шума, загрязнения окружающей среды и преступности. По всему миру урбанизация и развитие инфраструктур, соединяющих города, всё больше поглощают плодородные сельскохозяйственные угодья. Поэтому урбанизация является феноменом, связанным с уменьшением сельскохозяйственных территорий и очагов дикой природы.

Таким образом, современные города должны отойти от так называемого *линейного метаболизма*, при котором ресурсы проходят через городскую систему без особого беспокойства по поводу их происхождения или места расположения отходов. Приток и отток ресурсов до сих пор рассматривались как не связанные друг с другом. Урбанизация не просто создаёт проблемы устойчивости на местном уровне, но и глобальные. Дело не только в том, что города находятся на самых продуктивных сельскохозяйственных угодьях страны, делая их бесплодными, но они также нуждаются в широком спектре ресурсов, включающих топливо, продукты питания, древесину, металлы и др.

Городам необходимо двигаться в направлении *кругового метаболизма*, возвращая питательные вещества для растений (азот, фосфор и калий) сельскохозяйственным угодьям, удерживая углерод в почвах и лесах, эффективно управляя населёнными пунктами за счёт возобновляемых источников энергии. Эти меры являются основой для создания жизнеспособных новых городских экономик. Города, являющиеся нашим основным домом, должны соблюдать основные законы экологии. Задача нашего времени — превратить неустойчивую модель сегодняшних городов в модель *регенерирующего города* — экополиса (рис. 7.5).

“Ecopolis”

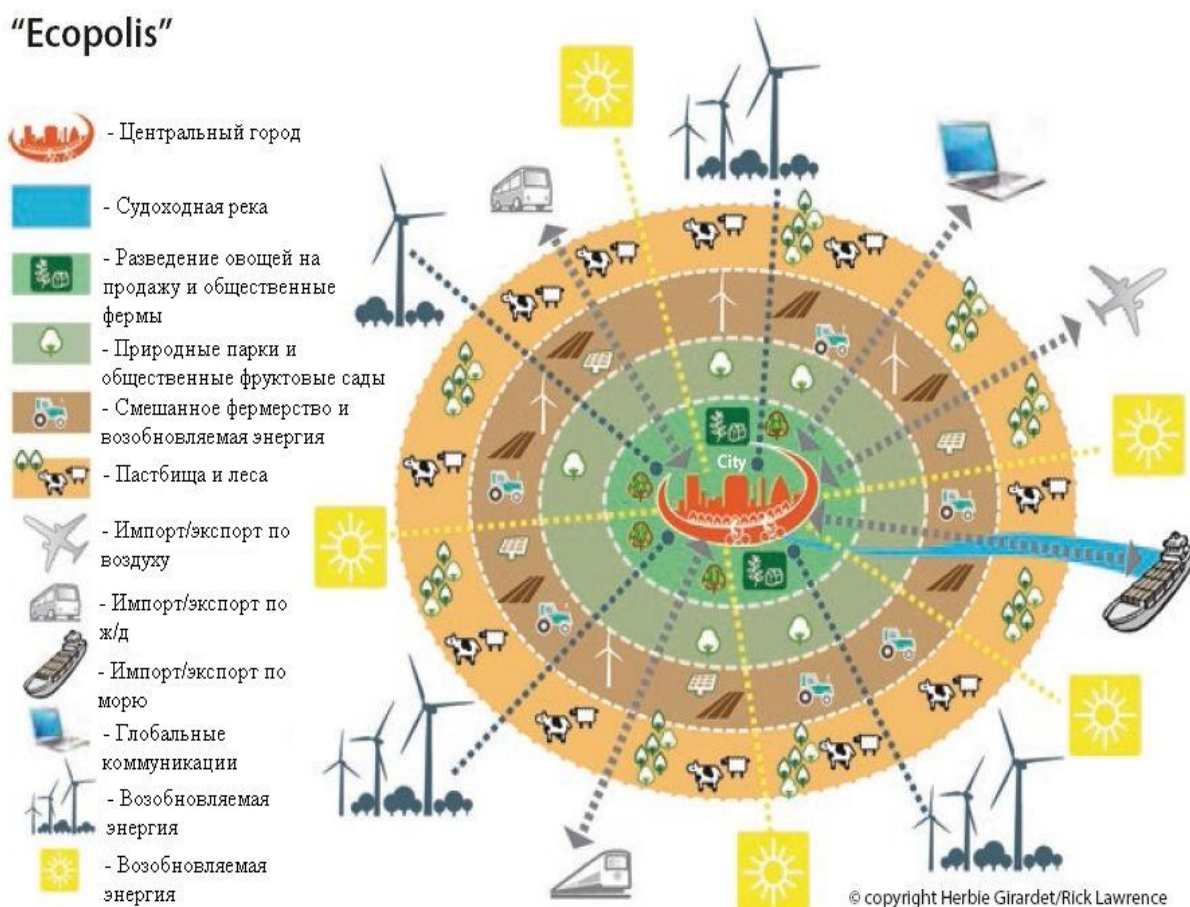


Рис. 7.5. Экополис — регенерирующий город

Экополис — экологически устойчивый, регенерирующий город с нулевым загрязнением, в котором человеческие и природные популяции живут в гармоничном равновесии. Для создания экополиса необходимо учитывать:

— экологически крепкие, восстановительные отношения между городами и природными системами, от которых они зависят;

- внедрение эффективных, возобновляемых источников энергии для населённых пунктов по всему миру;
- новый образ жизни и экономических возможностей, которые будут поощрять людей участвовать в этом процессе трансформации.
- формирование у жителей такого населённого пункта экологического сознания, которое позволит бережно относиться к природе и видеть её как полноценную систему;
- деление территории эконополиса на отдельные районы (таксоны), отличающиеся друг от друга, не имеющие чёткой планировочной структуры, обладающие пластичностью во времени и пространстве;
- многочисленное разнообразие рекреационных ресурсов (парки, скверы, водопады, реки, озёра и многое другое);
- высоту домов, которая должна составлять не более восьми этажей, максимально допустимых для комфортного проживания человека;
- переосмысление движения пешеходов и транспорта: автомобили могут передвигаться только по границам районов, внутри самих районов будет возможно только пешеходное и велосипедное движение;
- круговой метаболизм, который обеспечит непрерывное питание почв необходимыми элементами, — принцип, возрождающий городское приусадебное хозяйство.

В последние годы в крупных городах промышленно развитых стран было много проектов по регенерации городов. При этом концепция регенерирующего города идёт дальше: она фокусируется на связях между людьми, живущими в городе, и природой, между городскими системами и экосистемами. До сих пор инициативы по созданию ресурсосберегающего, регенерирующего городского развития были сосредоточены, прежде всего, на так называемых эко-районах в городах. Например, Солнечный посёлок во Фрайбурге (Германия); развитие нулевой энергетики в Беддингтоне, пригороде Лондона (Великобритания); эко-районы в Нанси (Франция); Хаммарбю Шёстад — город-озеро в Стокгольме (Швеция).

В разных регионах России предпринимаются усилия построить экогорода или реконструировать старые с использованием экотехнологий. Объявлено о планах превратить в экогорода Байкальск (Иркутская область) и Сэнгилей (Ульяновская область). Построен малоэтажный город-спутник Москвы — Новое Ступино, который включает индустриальный парк с экологически чистыми производствами и большой рекреационной зоной. К 2030 году на Сахалине должен появиться новый город — Эконополис, построенный по принципу содружества природы и человека.

В современном мире большое внимание уделяется решению экологических проблем, вместе с тем строительство городов является одним из факторов загрязнения окружающей среды, создавая сотни миллионов тонн парниковых газов и строительных отходов. Кроме того,

эксплуатация построенных объектов обходится все дороже: увеличивается стоимость энергии, ужесточаются стандарты экологической безопасности, повышаются требования конечных пользователей к комфорту и удобству.

Эти и другие факторы способствуют активному росту мирового интереса именно к подходам и технологиям устойчивого строительства, способным приносить экономическую выгоду при соблюдении высоких социальных и экологических требований. При этом наблюдается тенденция создания и внедрения экологически чистых и энергосберегающих технологий в строительстве. Такие технологии получили название зелёного или экологического строительства.

Экологическое строительство — это практика строительства зданий с использованием экологически чистых материалов и технологий. В России такая практика недавно начала своё активное внедрение, в связи с чем существует острая необходимость развития экологических инновационных решений в строительной индустрии.

Внедрение зелёного строительства имеет преимущества не только для окружающей среды, но и для экономики государства: эксплуатация зелёных зданий по сравнению с традиционными сооружениями является более экономически целесообразной, так как снижает энергозатраты и способствуют сохранению здоровья.

В основу экологического строительства положены новые принципы и экотехнологии. Обращает на себя внимание применение биоразлагаемых материалов, учитывается технологическая эффективность строительства, используются альтернативные источники энергии, энергосберегающие приспособления, сборные модульных конструкций и др.

Зелёное строительство является частью более широкой концепции *устойчивого урбанизма* — приложения принципов устойчивого развития, а также гибких принципов дизайна и управления к развитию городов. В связи с этим, проекты зелёного строительства не обязательно ограничиваются одним зданием: важной чертой является комплексный подход, подразумевающий не только использование экологичных строительных технологий и решений при возведении зданий, но и благоустройство окружающей территории, а также следование принципам устойчивости при планировании застройки всего района.

Российский рынок устойчивого строительства активно развивается. В связи с этим растёт потребность в создании собственной системы сертификации зданий, основанной на лучших международных практиках и учитывающей национальные особенности развития отрасли. Уже сегодня государственные органы и институты развития активно включились в работу по созданию отечественных стандартов зелёного строительства. Так, Минстрой России проводит работу по созданию зелёного ГОСТа для многоквартирных жилых домов, который аккумулирует критерии и

требования по проектированию, возведению и эксплуатации комфортного и экологически безопасного жилья.

На здания и связанную с ними энергию, используемую для выработки электричества и отопления, приходилось более 18 % глобальных выбросов парниковых газов в 2010 г. Лучшие результаты в сокращении выбросов достигаются путём сосредоточения на обогреве и охлаждении помещений, бытовой горячей воде, освещении и охлаждении. *Концепция пассивного дома* основана на улучшенной изоляции и воздухо непроницаемости в сочетании с вентиляцией теплообмена для обеспечения свежего воздуха круглый год с минимальными потребностями в тепловой энергии.

Так называемый *пассивный дом* — это здание, основной особенностью которого является низкое энергопотребление за счёт применения пассивных методов энергосбережения. Это не просто энергетический стандарт, а комплексная концепция строительства. Пассивные дома эффективно используют солнце (архитектурные законы инсоляции), внутренние источники тепла и рекуперацию тепла, делая традиционные системы отопления ненужными даже в холодные зимы. В тёплые месяцы в пассивных домах используются методы пассивного охлаждения, такие как стратегическое затенение, чтобы сохранять комфортную прохладу.

Архитектурная концепция пассивного дома в первую очередь базируется на активном использовании пассивных источников энергии и эффективной теплоизоляции с отсутствием передачи холода в материалах и узлах. Дополнительно применяются принципы зонирования, правильной геометрии здания и правильной его ориентации по сторонам света. Из активных методов в пассивном доме обязательным является использование системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией. В последние годы «зелёные здания» стали широко распространёнными, и многие коммерческие структуры добились значительного сокращения потребления энергии и воды.

Одним из примеров является *пиксельный дом* (рис. 7.6) в австралийском Мельбурне. Здание спроектировано архитектурным бюро «studio505» и являет собой образец высокого использования возобновляемых источников энергии. Оно построено на новой смеси бетона под названием «Pixelcrete», в которой углерод уменьшен на половину по сравнению с обычными смесями.



Рис. 7.6. Пиксельный дом — первое углеродно-нейтральное офисное здание в Австралии

Энергопотери в доме компенсируются ветровыми турбинами и большими фотогальваническими (солнечными) батареями, установленными на крыше. Кроме этого, нейтрализованы все выбросы углекислого газа, которые будут образовываться при его эксплуатации, благодаря обилию зелени, высаженной на специальных подоконниках. Четырёхэтажное здание «Pixel Building» называли «офисом будущего».

Пиксельный дом можно считать эталоном энергоэффективных технологий и примером эффективных возобновляемых источников энергии. На крыше здания кроме солнечных батарей установлены специальные резервуары, в которых собирается дождевая вода. Этих запасов воды вполне достаточно для нужд здания: начиная от воды в канализационной системе и заканчивая водой, необходимой для уборки офисов. Минимизировать потребность здания в освещении позволяет энергоэффективный дизайн, естественное освещение и естественная вентиляция. Достаточное количество энергии генерируют ветряные турбины и солнечные батареи.

Контрольные вопросы и задания

1. Как формируется региональная инновационная система? Какова её структура?
2. Опишите типовую модель зелёного кластера.
3. Приведите примеры из международного опыта развития инновационных кластеров.
4. В чём уникальность природно-климатического потенциала России?
5. Что собой представляет пограничный корректирующий углеродный сбор?

6. Дайте определение углеродной единице.
7. По каким областям (типам) выбросов парниковых газов проводится корпоративная оценка углеродного следа российскими компаниями?
8. На каких принципах строится ESG-концепция?
9. Какие международные организации публикуют стандарты для ESG-отчётности?
10. Охарактеризуйте отечественную практику реализации ESG-повестки малыми и средними компаниями.
11. Обоснуйте необходимость создания карбоновых полигонов и ферм.
12. Что предусмотрено миссией карбоновых полигонов России?
13. Какие научные результаты получены на карбоновых полигонах России?
14. Опишите экологические проблемы, возникающие в связи с процессом урбанизации.
15. Какие города называют регенерирующими? Приведите примеры.
16. Назовите новые технологии, применяемые в экологическом строительстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменения природной среды, вызванные антропогенными факторами, сегодня уже заметны невооружённым глазом, в связи с чем проблема охраны окружающей среды признаётся одной из глобальных проблем, стоящих перед обществом. Сохранение естественных экосистем и биоты Земли — важная экологическая задача человечества. Естественное стремление людей к жизненным условиям, максимально удовлетворяющим их материально-бытовые и культурные потребности, диктует необходимость дальнейшего совершенствования хозяйственной деятельности при обязательном учёте её экологических последствий.

Уникальность нашей планеты в том, что жизнь на ней породила разумные существа. Подобных примеров нами пока не обнаружено, поэтому сохранение на Земле разума и жизни во всех её проявлениях — не менее важная экологическая задача. Человечеству необходимо вернуться в определённый экологическими законами коридор развития, границы которого в масштабе биосферы сегодня научно обоснованы.

В нашем учебном пособии мы затронули лишь главные из современных экологических проблем экологии и природопользования и предприняли попытку показать сложность окружающего мира, раскрыть причины некоторых экологических процессов, а также показать их последствия.

Очевидно, что преодоление экологического кризиса современности невозможно без глубокого понимания природы, а также экологизации общественного сознания. Надеемся, что вклад каждого человека в ответственное отношение к окружающей среде поможет нам сохранить этот мир для будущих поколений.

Авторы

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При подготовке к семинарским занятиям и выполнении практической работы рекомендуется ознакомиться с методическими указаниями к изучению вопросов курса и кратким содержанием тем. Начинать подготовку следует с рассмотрения конспектов лекций, что поможет сориентироваться в учебном материале и актуализировать опорные знания. Затем потребуется проработка материала, предложенного в учебниках и пособиях. В случае необходимости нужно обращаться к дополнительной литературе.

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины включает в себя также теоретическую и практическую подготовку к каждой теме по вопросам и заданиям, которые выносятся на самостоятельное рассмотрение.

Кроме подготовки к семинарам и практической работы, студентам также предложено подготовить реферат или творческую работу. Написание рефератов показывает уровень владения литературой, способствует закреплению и расширению знаний студентов, развитию их творческого мышления и способности самостоятельно решать поставленные задачи. Выполнение творческой работы даёт возможность исследовать проблему на более глубоком уровне с использованием новых оригинальных подходов.

Студент выбирает работу по одной из предложенных тем (см. перечень). В том случае, когда студент предлагает тему самостоятельно, её необходимо согласовать с преподавателем. Примерный объём реферата — 20–25 страниц машинописного текста. При этом следует помнить, что главное не количество написанных страниц, а содержание работы.

Начинать выполнение задания необходимо с написания плана. В процессе работы этот план может корректироваться и дополняться. Содержание выбранного реферата (творческой работы) должно соответствовать его названию и по возможности затрагивать экологические аспекты всех изучаемых вопросов. В тексте работы следует избегать длинных цитат. Необходимо постараться изложить свои мысли собственными словами, ссылаясь на использованные источники в соответствии с общепринятыми требованиями (по ходу цитирования в квадратных скобках). Выводы должны согласовываться с названием и целью выполненной работы.

В конце необходимо предоставить список использованных источников, поскольку без ссылок на источники литературы работа не будет зачтена. Количество источников, использованных для подготовки реферата, должно составлять не менее 10–15 наименований.

Ориентировочный список литературы можно получить у преподавателя, этот список не будет обязательным, но поможет при подборе источников по теме.

Требования к оформлению:

- ориентация страницы — книжная;
- поля — 30; 15; 20 и 20 мм;
- шрифт — Times New Roman, размер — 14 пунктов;
- междустрочный интервал — 1,5, стиль — Normal;
- абзацный отступ — 1,25 мм;
- выравнивание текста — по ширине.
- структура: титульный лист, содержание (план), введение, цель, основная часть, выводы, список использованной литературы и приложения (при необходимости).

На выбор темы реферата или творческой работы отводится срок до начала семинарских занятий. В случае необходимости следует обращаться за помощью или консультацией к преподавателю. Не стоит откладывать подготовку и оформление работы на конец семестра. Как исключение, реферат (творческая работа) может подаваться в рукописном виде.

Темы рефератов и творческих работ

1. Антропогенные сукцессии.
2. Антропоцентризм и экологические правонарушения.
3. Антропоэкологические исследования: законы и принципы.
4. Биосферная этика в современном обществе.
5. Биосферное значение леса.
6. Взаимосвязь экологической и демографической проблем.
7. Влияние космоса на биосферу.
8. Всемирный банк в решении экологических проблем.
9. Вулканическая деятельность и зарождение жизни.
10. Геоинформационные системы и экология.
11. Глобальные процессы и их направленность.
12. Гуманизм как выявление синергизма в социальной сфере.
13. Демографический кризис и географический детерминизм.
14. Инженерное решение экологических проблем.
15. Карбоновое земледелие.
16. Карбоновые полигоны и фермы.
17. Качество жизни и качество окружающей среды.
18. Международно-правовая охрана окружающей среды.
19. Методы антропоэкологических исследований.
20. Модель устойчивого развития социоэкосистем.
21. Научное наследие В.И. Вернадского.

22. Ноосферогенез как этап эволюции человечества.
23. Обеспечение экологических прав человека.
24. Оздоровительный эффект ландшафта.
25. Особенности взаимодействия общества и природы.
26. Отношение к природе в мировых религиях.
27. Охрана и рациональное использование ресурсов Чёрного моря.
28. Перспективы атомной энергетики.
29. Перспективы развития экологического транспорта.
30. Политическая экология.
31. Популяции и виды: сходство, различия, роль в живой природе.
32. Последствия деградации озонового слоя Земли.
33. Потенциал России в решении климатических вызовов.
34. Право, как инструмент преодоления экологического кризиса.
35. Правовой режим зон чрезвычайной экологической ситуации.
36. Принципы взаимодействия организма и среды его существования.
37. Принципы экологических, социальных и управленческих инвестиций.
38. Природные основы общественной жизни.
39. Проблемы зелёного строительства.
40. Проблемы Мирового океана.
41. Проблемы радиоэкологии.
42. Проблемы рационального природопользования.
43. Проблемы сохранения биоразнообразия.
44. Проблемы экологического воспитания и образования.
45. Промышленное загрязнение окружающей среды.
46. Проявление закона Либиха – Шелфорда в природе.
47. Пути восстановления качества окружающей среды.
48. Развитие зелёных кластеров.
49. Реализация экологической политики.
50. Римский клуб в решении экологических проблем.
51. Роль антропогенного фактора в природе.
52. Секвестрация углерода.
53. Современное естествознание и высокие экотехнологии.
54. Современное экологическое движение.
55. Современные экологические концепции развития цивилизации.
56. Социальная функция экологии.
57. Структура современного экологического знания.
58. Тектоника литосферных плит и катастрофы.
59. Теории охраны окружающей среды.
60. Теория экологической безопасности.
61. Тепловое поле Земли и проблемы энергетики.
62. Типология глобальных проблем человечества.

63. Трагизм и комизм человеческой деятельности.
64. Триединство материи, энергии и информации.
65. Урбанизация как важная часть социально-экологического процесса.
66. Уровни экологической проблемы.
67. Устойчивое развитие: мифы и реальность.
68. Устойчивое сельское хозяйство.
69. Философские и социальные проблемы экологии.
70. Формирование экологической культуры.
71. Функции живого вещества планеты.
72. Характеристика системы «человек – общество – природа».
73. Химия и продовольственная проблема.
74. Человек как биологическое и социальное явление.
75. Эволюция биосферы и экология.
76. Эволюция Земли и инверсии магнитного поля.
77. Экологическая революция.
78. Экологическая эпидемиология.
79. Экологические аспекты национальной и международной безопасности.
80. Экологические группы и жизненные формы организмов.
81. Экологические проблемы больших городов.
82. Экологические проблемы современности: причины и пути преодоления.
83. Экологический кризис современности.
84. Экологический мониторинг.
85. Экологический фактор производства и здоровье населения.
86. Экология и экономика будущего.
87. Эконология в структуре мегаэкологии.
88. Экономика красная, зелёная и голубая.
89. Экополисы России.
90. Энергетика будущего.

Задания для практической и самостоятельной работы

Глава 1.

Экология как теоретическая основа взаимодействия общества и природы

Рассмотреть главу и подготовить опорный конспект:

1. Охарактеризовать развитие экологических представлений в донаучный период.

2. Выделить основные этапы развития науки экологии и указать, в чём особенность современных экологических исследований.
3. Указать различия между биоэкологией, геоэкологией и социальной экологией.
4. Раскрыть вклад наиболее известных зарубежных и отечественных ученых в развитие экологической мысли.
5. Объяснить, в чём заключается космическая роль зелёных растений?
6. Описать основные типы адаптаций и экологические группы живых организмов.
7. Доказать, что популяция является биосистемой и элементарной единицей эволюции.
8. Охарактеризовать основные формы биотических взаимоотношений организмов.
9. Привести примеры особенностей экологии городов и купных сельскохозяйственных районов.
10. Охарактеризовать основные направления инженерной защиты окружающей среды?
11. Выяснить, каким образом можно совместить достижение двух целей: роста экономического благосостояния людей и сохранения природной среды?
12. Указать, как соотносятся между собой международные и национальные усилия государств по преодолению глобальных проблем человечества?
13. Выяснить, когда и при каких обстоятельствах экологическое образование впервые было признано на международном уровне приоритетным направлением в решении экологических проблем?
14. Опишите, какими методами можно добиться повышения уровня экологической культуры в обществе?

Подготовить эссе о следующих размышлениях (на выбор):

1. «Советский ботаник и географ В.Н. Сукачёв ввёл термин «биогеоценоз», которым он предложил обозначать элементарную единицу биосферы. Изложите ваше понимание этого термина и соотнесите его с понятием экосистемы».
Опорный материал: Сукачёв, В. Н. Биогеоценоз как выражение взаимодействия живой и неживой природы на поверхности Земли : соотношение понятий «биогеоценоз», «экосистема», «географический ландшафт» и «фация» // Основы лесной биогеоценологии / под ред. В. Н. Сукачёва, Н. В. Дылиса. Москва : Наука, 1964. С. 5–49.

2. «Жизнь есть космическое явление, в чём-то резко отличное от косной материи».
Опорный материал: *Вернадский, В. И.* Несколько слов о ноосфере // Научная мысль как планетарное явление / В. И. Вернадский ; отв. ред. А. Л. Яншин. — Москва : Наука, 1991. — С. 235–244.
3. «Эволюционный процесс присущ только живому веществу. В косном веществе нашей планеты нет его проявлений».
Опорный материал: *там же*.
4. «Эволюция живого вещества идёт в определённом направлении».
Опорный материал: *там же*.
5. «Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой».
Опорный материал: *там же*.
6. «Современный человек не знает, что делать со временем и с силами, которые он выпустил из своих рук».
Опорный материал: *Тейяр де Шарден, П.* Феномен человека / П. Тейяр де Шарден. — Москва : Наука, 1987. — С. 133–186.
7. «Каждое поколение должно оставлять после себя не худшие возможности жить для тех, кто придет на землю после него».
Опорный материал: *Атфилд, Р.* Этика экологической ответственности // Глобальные проблемы и общечеловеческие ценности / Р. Атфилд. — Москва : Прогресс, 1990. — С. 203–257.
8. «Картину душевного мира будущего человека, его обеспеченности, комфорта, понимания Вселенной, спокойной радости и уверенности в безоблачном и нескончаемом счастье — трудно себе представить».
Опорный материал: *Циолковский, К. Э.* Монизм Вселенной // Очерки о Вселенной / К. Э. Циолковский. — Москва : ПАИМС, 1992. — С. 151–153.

Глава 2.
Эволюция отношений
в системе «общество – природа»

Рассмотреть главу и подготовить опорный конспект:

1. Сформулировать ключевое отличие человека от других представителей животного царства.
2. Указать, в чём заключаются особенности эволюции человека под воздействием экологических факторов.
3. Опираясь на известные факты описать, какое влияние имеет природная среда на характер и психику людей.
4. Выяснить, каким образом изменение окружающей среды под влиянием хозяйственной деятельности сказывается на работоспособности и здоровье населения?
5. Выяснить, каким образом развитие социальной среды сказывается на развитии наук о природе и в чём заключается это влияние?
6. Рассмотреть историю и основные тенденции развития современного экологического движения.
7. Охарактеризовать эпохи индустриального и постиндустриального развития взаимоотношений общества и природы.
8. Описать нравственные типы (безнравственный, утилитарный, научный, эстетический и этический) отношения человека к природе?
9. Раскрыть вопрос, чем обусловлены современные миграционные процессы, происходящие в мире и в нашей стране?
10. Объясните, что имеется в виду под шестым технологическим укладом?
11. Выяснить, когда по мнению учёных ожидается пик добычи нефти и газа. С какими последствиями может быть связано достижение указанного периода?
12. Представить структуру мировой энергетики.
13. Указать, какие виды (направления развития) современной энергетики являются наиболее перспективными, а какие — малоперспективными, бесперспективными и тупиковыми.
14. Обосновать собственную точку зрения на проблему перспектив развития энергетики.
15. Назвать альтернативные виды топлива и указать трудности, с которыми связано их использование.
16. Объяснить, почему газовые гидраты (гидраты природных газов) называют неисчерпаемыми энергетическими ресурсами будущего?

Подготовить эссе о следующих размышлениях (на выбор):

1. «Выполнение над дичью магического действия... обеспечивает наличие дичи не зависимо от её воли и вынуждает её появиться в данном месте, если она находится далеко».
Опорный материал: *Леви-Брюль, Л. Первобытное мышление // Сверхъестественное в первобытном мышлении / Л. Леви-Брюль. — Москва : Педагогика-Пресс, 1994. — С. 177–223.*

2. «В наблюдаемой и доступной изучению истории мы видим сочетание социальных формообразующих закономерностей с энергетическими импульсами из недр биосферы». Опорный материал: *Гумилёв, Л. Н.* Биосфера и импульсы сознания / Л. Н. Гумилёв // *Природа*. — 1978. — № 12. — С. 97–105.
3. «И кто знает, быть может мы, «дети Солнца», представляем собой лишь слабый отзвук тех вибраций стихийных сил космоса, которые, проходя окрест Земли, слегка коснулись её, настроив в унисон дотоле дремавшие в ней возможности». Опорный материал: *Чижевский, А. Л.* Земное эхо солнечных бурь / А. Л. Чижевский. — Москва : Мысль, 1976. — С. 24–51.
4. «При нынешнем состоянии экологических исследований мы не способны точно установить, где и когда человек осуществил решающие изменения в жизни природы, какой вклад он внёс в формирование нынешней ситуации. Ясно лишь, что именно люди сыграли здесь главную роль». Опорный материал: *Уайт, Л. (мл.)* Исторические корни нашего экологического кризиса / Л. Уайт (мл.) // *Глобальные проблемы и общечеловеческие ценности*. — Москва : Прогресс, 1990. — С. 188–202.
5. «Лично я сомневаюсь, что можно избежать ужасного экологического ответного удара, если просто применить к решению наших проблем больше науки и техники...». Опорный материал: *там же*.
6. «Природа должна быть очеловечена, освобождена, оживлена и одухотворена человеком». Опорный материал: *Бердяев, Н. А.* Философия свободы. Смысл творчества. — Москва : 1989. — С. 239–325.
7. «Что человек может правильно использовать природу, не оправдывает... безответственного обращения с природой...». Опорный материал: *Атфилд, Р.* Этика экологической ответственности // *Глобальные проблемы и общечеловеческие ценности* / Р. Атфилд. — Москва : Прогресс, 1990. — С. 203–257.
8. «Праведный печётся и о жизни скота своего». Опорный материал: *там же*.

Практическая работа:
«Оценка истощаемости природного ресурса»

Цель работы: спрогнозировать темпы истощения природных ресурсов, а также предложить меры, которые, помогут в решении проблемы истощения важнейших энергоресурсов.

Задание

Рассчитать время истощения природных ресурсов на основании исходных данных, представленных в таблицах 8.1–8.10. Вариант задания соответствует последней цифре в номере зачётной книжки обучающегося. Полученные результаты расчётов занести в таблицу 8.11. Сделать вывод о последовательности прекращения добычи ресурсов. Перечислить меры, которые помогут в решении проблемы истощения важнейших энергоресурсов.

Методика выполнения

Если известен уровень добычи природного ресурса в текущем году и потребление данного ресурса в последующие годы будет возрастать с заданной скоростью прироста ежегодного потребления, то возможно оценить срок истощения данного природного ресурса. Для расчёта используется сумма членов ряда геометрической прогрессии:

$$Q = \frac{q \left((1 + TP/100)^t - 1 \right)}{TP/100}, \quad (8.1)$$

где Q — запас ресурсов, млн т.;

q — годовая добыча ресурса, млн. т/год;

TP — прирост потребления ресурса, % в год;

t — число лет.

Логарифмирование выражения для Q даёт следующую формулу для расчёта срока истощения ресурса:

$$t = \frac{\ln \left(\frac{QTP}{q100} + 1 \right)}{\ln(1 + TP/100)}. \quad (8.2)$$

Таблица 8.1. Исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов

Вариант № 1								
Показатели	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Разведанные запасы ресурса Q , млн т	310	1280	110	0,0033	0,34	0,00028	0,046	0,19
Добыча ресурса q , млн т/год	3819	5000	1775	0,039	12	0,016	1,1	0,8
Прирост объёма потребления ресурса TP % в год	2	4,5	4	2	3,5	3	1,5	2

Таблица 8.2. Исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов

Вариант № 2								
Показатели	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Разведанные запасы ресурса Q , млн т	356,5	1472	126,5	0,0038	0,391	0,00032	0,0529	0,2185
Добыча ресурса q , млн т/год	4391,85	5750	2041,25	0,04485	13,8	0,0184	1,265	0,92
Прирост объёма потребления ресурса TP % в год	2,3	5,175	4,6	2,3	4,025	3,45	1,725	2,3

Таблица 8.3. Исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов

Вариант № 3								
Показатели	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Разведанные запасы ресурса Q , млн т	341	1408	121	0,00363	0,374	0,00031	0,0506	0,209
Добыча ресурса q , млн т/год	4200,9	5500	1952,5	0,0429	13,2	0,0176	1,21	0,88
Прирост объёма потребления ресурса TP % в год	2,2	4,95	4,4	2,2	3,85	3,3	1,65	2,2

Таблица 8.4. Исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов

Вариант № 4								
Показатели	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Разведанные запасы ресурса Q , млн т	248	1024	88	0,00264	0,272	0,00022	0,0368	0,152
Добыча ресурса q , млн т/год	3055,2	4000	1420	0,0312	9,6	0,0128	0,88	0,64
Прирост объёма потребления ресурса TP % в год	1,6	3,6	3,2	1,6	2,8	2,4	1,2	1,6

Таблица 8.5. Исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов

Вариант № 5								
Показатели	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Разведанные запасы ресурса Q , млн т	186	768	66	0,00198	0,204	0,00017	0,0276	0,114
Добыча ресурса q , млн т/год	2291,4	3000	1065	0,0234	7,2	0,0096	0,66	0,48
Прирост объёма потребления ресурса TP % в год	1,2	2,7	2,4	1,2	2,1	1,8	0,9	1,2

Таблица 8.6. Исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов

Вариант № 6								
Показатели	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Разведанные запасы ресурса Q , млн т	232,5	960	82,5	0,00248	0,255	0,00021	0,0345	0,1425
Добыча ресурса q , млн т/год	2864,25	3750	1331,25	0,02925	9	0,012	0,825	0,48
Прирост объёма потребления ресурса TP % в год	1,5	3,375	3	1,5	2,625	2,25	1,125	1,5

Таблица 8.7. Исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов

Вариант № 7								
Показатели	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Разведанные запасы ресурса Q , млн т	465	1920	165	0,00495	0,51	0,00042	0,069	0,285
Добыча ресурса q , млн т/год	5728,5	7500	2662,5	0,0585	18	0,024	1,65	1,2
Прирост объёма потребления ресурса TP % в год	3	6,75	6	3	5,25	4,5	2,25	3

Таблица 8.8. Исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов

Вариант № 8								
Показатели	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Разведанные запасы ресурса Q , млн т	558	2304	198	0,00594	0,612	0,0005	0,0828	0,342
Добыча ресурса q , млн т/год	6874,2	9000	3195	0,0702	21,6	0,0288	1,98	1,44
Прирост объёма потребления ресурса TP % в год	3,6	8,1	7,2	3,6	6,3	5,4	2,7	3,6

Таблица 8.9. Исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов

Вариант № 9								
Показатели	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Разведанные запасы ресурса Q , млн т	387,5	1600	137,5	0,00413	0,425	0,00035	0,0575	0,2375
Добыча ресурса q , млн т/год	4773,7	6250	2218,75	0,04875	15	0,02	1,375	1
Прирост объёма потребления ресурса TP % в год	2,5	5,625	5	2,5	4,375	3,75	1,875	2,5

Таблица 8.10. Исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов

Вариант №10								
Показатели	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Разведанные запасы ресурса Q , млн т	93	384	33	0,00099	0,102	8,4E-05	0,0138	0,057
Добыча ресурса q , млн т/год	1145,7	1500	532,5	0,0117	3,6	0,0048	0,33	0,24
Прирост объёма потребления ресурса TP % в год	0,6	1,35	1,2	0,6	1,05	0,9	0,45	0,6

Таблица 8.11. Полученные результаты расчётов

Показатели	Ресурсы							
	Нефть	Уголь	Газ	Уран	Медь	Серебро	Никель	Цинк
Срок истощения ресурса t , год								

Глава 3.

Глобальные экологические проблемы и охрана атмосферы

Рассмотреть главу и подготовить опорный конспект:

1. Охарактеризовать вертикальную структуру атмосферы: тропосфера, тропопауза, стратосфера, стратопауза, мезосфера, мезопауза, термосфера, экзосфера.
2. Проанализировать, как соотносятся природная и антропогенная составляющие изменений климата.
3. Привести конкретные примеры негативных последствий от выпадения кислотных осадков для отдельных компонентов окружающей среды.
4. Доказать, что охрана атмосферного воздуха считается ключевой проблемой оздоровления окружающей среды.
5. Объяснить роль леса в поддержании постоянства климата на Земле.
6. Раскрыть проблему техногенного загрязнения околоземного космического пространства и возможные пути её решения.

Практические задания:

1. Используя справочный материал из открытых источников, изучить уровень загрязнения атмосферы в городах России. Дополнить сведения, содержащиеся в табл. 8.12, полученными данными за последние пять лет и письменно дать оценку динамике загрязнения атмосферы.

Таблица 8.12. Загрязнение атмосферы в городах России, по годам

Годы	2009	2019	2020	2021	2022	2023
Количество городов, шт	34					
Общее количество жителей в городах, млн чел.	9,7					
Примечание	Почти во всех городах очень высокий уровень загрязнения был связан со значительными концентрациями бензапирена и формальдегида, в 15 — с концентрациями диоксида азота, в 17 — взвешенных веществ, в 3 — фенола					

2. Выяснить, какая часть ваших знакомых осведомлена о проблеме изменения климата и как понимает причины и последствия этого процесса? Кто из опрошенных связывает изменения климата с расточительным потреблением электроэнергии и топлива? Установить, какое количество интервьюируемых правильно оценивает соотношение глобальных природных процессов с антропогенным воздействием на климат.

3. Объяснить химический механизм разрушения озона атмосферы. Выписать основные типы хлорфторуглеродных хладагентов, описать сферу их применения и охарактеризовать вклад в проблему истощения озонового слоя.

Практическая работа:

«Экологический анализ атмосферного воздуха городов России»

Цель работы: провести экологический анализ атмосферного воздуха городов России, ознакомиться с методикой расчёта интегрального показателя — индекса загрязнения атмосферы (ИЗА).

Методика выполнения работы

Степень суммарного загрязнения атмосферного воздуха рядом веществ может оцениваться по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА). Расчёт ИЗА производится для приоритетных для данной территории загрязняющих веществ по формуле

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{\alpha_i}, \quad (8.3)$$

где C_i — среднегодовая концентрация i -го вещества, мг/м^3 ;

ПДК_i — его среднесуточная предельно-допустимая концентрация (табл. 8.14), мкг/м^3 ;

α_i — безразмерный коэффициент, учитывающий опасность i -го вещества, равный 1,5 для веществ 1-го класса опасности, 1,3 — 2-го класса, 1,0 — 3-го класса и с неустановленным классом, 0,85 — 4-го класса.

Данные ориентировочной среднегодовой концентрации загрязняющего вещества и среднесуточной предельно допустимой концентрации загрязняющего вещества представлены в таблицах 8.13 и 8.14 соответственно. Данные взяты из открытых источников.

Таблица 8.13. Значения среднегодовой концентрации загрязняющего вещества (мг/м^3)

Населённый пункт	Значение среднегодовой концентрации загрязняющего вещества, мг/м^3						
	Оксид углерода	Оксид азота	Бенз(а) пирен	Сажа	Фторид водорода	Серы диоксид	Бензол
Владимир	4	0,045	0,000002	0,060	0,006	0,007	0,002
Кострома	3	0,054	0,000001	0,036	0,005	0,003	0,015
Пермь	4	0,032	0,000002	0,059	0,0014	0,004	0,001
Таганрог	5	0,056	0,000003	0,069	0,005	0,011	0,007
Псков	3	0,023	0,000001	0,036	0,0014	0,002	0,009
Белгород	2	0,012	0,000001	0,089	0,013	0,008	0,014
Астрахань	4	0,045	0,000002	0,052	0,002	0,004	0,014
Тамбов	5	0,065	0,000001	0,078	0,005	0,005	0,020
Ярославль	5	0,046	0,00030	0,073	0,006	0,004	0,061
Севастополь	1	0,021	0,0000018	0,057	0,007	0,012	0,0142
Донецк	8	0,034	0,000002	0,082	0,007	0,002	0,0019
Луганск	7	0,032	0,000002	0,055	0,003	0,004	0,0067
Мариуполь	4	0,043	0,000004	0,095	0,006	0,003	0,00023
Владикавказ	2	0,056	0,000003	0,055	0,007	0,005	0,0067
Бердянск	3	0,057	0,000001	0,094	0,008	0,004	0,0089
Мелитополь	3	0,054	0,000002	0,073	0,009	0,002	0,0020
Хабаровск	8	0,034	0,000003	0,084	0,0014	0,006	0,0067
Калининград	2	0,065	0,000005	0,093	0,0015	0,002	0,0098
Рязань	2	0,032	0,000004	0,074	0,0013	0,011	0,0059
Уфа	4	0,039	0,000002	0,071	0,0016	0,005	0,006
Казань	4	0,021	0,000001	0,093	0,0017	0,004	0,0088
Керчь	5	0,034	0,000002	0,065	0,0014	0,007	0,076
Ростов-на-Дону	6	0,056	0,000007	0,074	0,0013	0,006	0,0078
Старый Оскол	5	0,043	0,000001	0,092	0,0012	0,007	0,0039
Елец	6	0,033	0,000003	0,073	0,006	0,004	0,0045

ИЗА показывает во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает допустимое значение по рассматриваемой совокупности примесей в целом. В соответствии с существующими методами оценки, уровень загрязнения атмосферы может быть: низким (Н), если $ИЗА < 5$; повышенным (П) при $7 < ИЗА \leq 5$; высоким (В) при $14 < ИЗА \leq 7$; очень высоким (ОВ) если $ИЗА \geq 14$.

Для сравнительной оценки загрязнённости атмосферы городов несколькими веществами, при составлении ежегодного списка городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы рассчитывается комплексный ИЗА, для одинакового количества примесей. Для расчёта комплексного индекса загрязнения атмосферы ($\Sigma ИЗА$) используют значения единичных индексов ИЗА пяти веществ, у которых эти значения наибольшие. $ИЗА_5$ определяется суммарным значением рассчитанных значений $ИЗА_i$.

Таблица 8.14. Значения среднесуточной предельно допустимой концентрации поллютантов

№ п/п	Вещество	Класс опасности	ПДК _{с.с.} , мг/м ³	Особенности воздействия на организм*
1	Оксид углерода	4	3,000	П
2	Оксид азота	3	0,100	О
3	Бенз(а)пирен	1	0,000001	К
4	Сажа	4	0,050	Ф, К
5	Фторид водорода	3	0,014	-
6	Серы диоксид	2	0,05	-
7	Бензол	2	0,06	К

Примечание: «*» — П — пары и/или газы, требуется специальная защита кожи и глаз; О — вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе; К — канцерогены; Ф — аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

Величины $ИЗА_5$ меньше 2,5, соответствуют чистой атмосфере; 2,5–7,5 — слабозагрязнённой; 7,5–12,5 — загрязнённой атмосфере; 12,5–22,5 — сильно загрязнённой атмосфере; 22,5–52,5 — высоко загрязнённой атмосфере; более 52,5 — экстремально загрязнённой атмосфере.

Задание

1. Рассчитать ИЗА по i -му загрязняющему веществу для различных городов согласно исходным данным (табл. 8.13). Расчёт проводим по трём вариантам. Варианты соответствуют номеру в списке группы.

2. Определить комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Полученные результаты занести в таблицу 8.15.

3. Установить степень загрязнения приземного слоя воздуха каждого города.

4. Дать сравнительную характеристику степени загрязнения атмосферы городов, с указанием перечня приоритетных загрязнителей в каждом городе.

Таблица 8.15. Полученные результаты расчётов

№ варианта	Характеристика загрязнения атмосферы						Уровень загрязнения
	ИЗА ₁	ИЗА ₂	ИЗА ₃	ИЗА ₄	ИЗА ₅	ΣИЗА	

Глава 4. Глобальные экологические проблемы и охрана гидросферы

Рассмотреть главу и подготовить опорный конспект:

1. Раскрыть вопрос, грозит ли недостаток водных ресурсов человечеству в течение XXI в.?
2. Указать виды хозяйственной деятельности, с которыми связано основное потребление природных вод человеком.
3. Выяснить, в чём опасность осуществления проектов перераспределения воды и переброски её на значительные расстояния?
4. Описать неблагоприятные экологические последствия истощения вод.
5. Объяснить причины экологической катастрофы Аральского моря.
6. Раскрыть механизмы самоочищения воды и их значение.
7. Проанализировать, какие конфликты могут возникнуть между государствами вследствие недостатка воды?
8. Перечислить усилия, которые предпринимаются отдельными странами и мировым сообществом для предупреждения дефицита водных ресурсов.

Практические задания:

1. Изучив опорный материал и открытые источники информации, проанализировать, к каким возможным последствиям для биосферы может привести слишком активное использование откалывающихся от антарктического ледового щита льдин? Существуют ли успешные проекты по транспортировке айсбергов для решения проблемы дефицита пресной воды?

Опорный материал: *Марфенин, Н. Н.* Устойчивое развитие человечества : учебник / Н. Н. Марфенин. — Москва : Изд-во МГУ, 2006. — 624 с.

2. Проанализировав опорный материал и открытые источники информации, объяснить, к каким негативным последствиям может привести чрезмерное увлечение получением пресной воды методом опреснения солёной? Составить список стран, лидирующих в мире по объёмам воды, получаемой на опреснительных установках. Что объединяет указанные страны?

Опорный материал: *там же*.

3. Используя справочный материал из открытых источников, изучить динамику сброса сточных вод в поверхностные водные объекты в России. Дополнить сведения, содержащиеся в табл. 8.16, полученными данными за последние пять лет и письменно дать оценку динамике сброса сточных вод.

Таблица 8.16. Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты в России, по годам

Годы	2009	2019	2020	2021	2022	2023
Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты, км ³	47,7					
К категории загрязнённых сточных вод отнесено, км ³	15,9					
От общего объёма, %	33,0					
Основной объём загрязнённых сточных вод сброшен предприятиями:	осуществляющими производство и распределение электроэнергии, газа и воды (55,6 %) и обрабатывающими предприятиями (17,2 %)					

Практическая работа:

«Расчёт химического состава сточных вод»

Цель занятия: научиться определять общую жёсткость воды, щёлочность и солесодержание сточной воды по известным весовым концентрациям ионов; рассчитывать индекс насыщения воды.

Химический состав сточной воды рассчитывается по известным весовыми концентрациям ионов. Общую жёсткость обуславливают присутствие в сточной воде солей Ca^{2+} и Mg^{2+} , поэтому определяем общую жёсткость воды по формуле

$$J_{\text{общ}} = \text{Ca}^{2+}/20 + \text{Mg}^{2+}/12,5, \quad (8.4)$$

где Ca^{2+} — содержание ионов Ca^{2+} в сточной воде, мг/л;
 Mg^{2+} — содержание ионов Mg^{2+} в сточной воде, мг/л.

Определяем щёлочность сточной воды по формуле

$$\text{Щ}_0 = \text{HCO}_3^-/61, \quad (8.5)$$

где HCO_3^- — содержание ионов HCO_3^- в сточной воде, мг/л.

Некарбонатная жестокость сточной воды определяется по формуле

$$J_{\text{нк}} = J_{\text{общ}} - \text{Щ}_0, \quad (8.6)$$

Определяем содержание в сточной воде ионов HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ в мг-экв/л:

$$\begin{aligned} & \text{HCO}_3^-/61, \\ & \text{SO}_4^{2-}/48, \\ & \text{Cl}^-/35,5, \\ & \text{Na}^+ + \text{K}^+ = \text{HCO}_3^-/61 + \text{SO}_4^{2-}/48 + \text{Cl}^-/35,5 - J_{\text{общ}}. \end{aligned} \quad (8.7)$$

Рассчитаем общее солесодержание в сточной воде:

$$P = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + 25 (\text{Na}^+ + \text{K}^+) + \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-. \quad (8.8)$$

Задание

Для сточной воды с известным ионным составом (г/м³) (таблица 8.17) определить:

- жёсткость общую, карбонатную, некарбонатную;
- общую минерализацию;
- щёлочность.

Построить диаграмму ионного состава воды. Вариант исходных данных соответствует номеру в списке группы.

6,8		2,6	2,0	$\Sigma K = 10,4$ $\Sigma A = 10,4$
Ca^{2+}		Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	
HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-		
3,0	3,5	3,9		

Рис. 8.1. Пример диаграммы ионного состава воды

Таблица 8.17. Исходные данные

Вариант	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	CO ₂	pH	Мутность, г/м ³	t _{воды} , °C
1	135	20	185	170	140	25	7,8	580	10
2	122	15	30	740	180	35	7,1	320	15
3	129	26	178	165	170	45	7,9	720	20
4	110	12	242	95	70	33	8	199	10
5	140	35	263	220	195	26	8	106	15
6	130	18	60	250	210	65	9	121	10
7	140	19	190	270	240	66	10	367	15
8	145	22	180	265	280	35	7,5	551	20
9	172	20	250	195	370	30	7,8	268	15
10	160	33	260	315	345	18	6	512	20
11	145	36	261	320	333	17	7	450	25
12	152	28	245	190	210	26	6,5	520	21
13	168	37	98	243	259	45	7,2	550	22
14	172	38	150	218	150	50	7,3	555	23
15	175	39	260	310	155	55	7,4	560	24
16	166	40	268	198	160	60	7,5	286	25
17	115	41	198	255	165	28	7,6	565	21
18	128	25	280	189	170	35	7,7	310	20
19	133	26	165	214	175	40	7,8	279	18
20	125	27	189	208	180	65	7,9	300	19

Глава 5.

Глобальные экологические проблемы
и охрана земель*Рассмотреть главу и подготовить опорный конспект:*

1. Перечислить опасные ущербообразующие геологические процессы.
2. Объяснить, по каким причинам разработка недр оказывает существенное негативное воздействие на окружающую среду. Указать, какие экологические принципы положены в основу рационального их использования.
3. Определить, что такое плодородие почв и от чего оно зависит?
4. Объяснить, почему эрозию называют недугом ландшафта, в то время как опустынивание — его смертью?
5. Доказать, что значительнее, общий экологический вред от применения пестицидов (ядохимикатов) или же желаемый эффект от их применения в сельском хозяйстве?
6. Определить, какие мероприятия по охране земельных ресурсов считаются первоочередными. Обосновать ответ.
7. Раскрыть механизм биологической фиксации атмосферного азота и перечислить наиболее широко применяемые сегодня биопрепараты на основе клубеньковых бактерий.

8. Привести примеры биологических препаратов, используемых в сельском хозяйстве для борьбы с болезнями и вредителями растений.
9. Описать несколько примеров ведения устойчивого сельского хозяйства.

Практические задания:

1. Используя справочный материал из открытых источников, изучить площади нарушенных земель в России. Дополнить сведения, содержащиеся в табл. 8.18, полученными данными за последние пять лет и письменно дать оценку динамике площади нарушенных земель.

Таблица 8.18. Площади нарушенных земель в России, по годам

Годы	2009	2019	2020	2021	2022	2023
Количество городов, шт	995,0					
Наибольшие площади нарушенных земель, тыс. га	Ямало-Ненецкий автономный округ (119,0), Свердловская (63,3) и Кемеровская (62,7) области, Ханты-Мансийский (55,6) и Чукотский (47,6) автономные округа					

2. Используя справочный материал из открытых источников, изучить количество вырубленных и восстановленных лесов в России. Дополнить сведения, содержащиеся в табл. 8.19, полученными данными за последние пять лет и письменно дать оценку динамике восстановления площади лесов.

Таблица 8.19. Вырубка и восстановление лесов в России, по годам

Годы	2007	2019	2020	2021	2022	2023
Вырублено лесов, тыс. га	757,0					
Восстановлено лесов, тыс. га	872,0					

3. Используя справочный материал из открытых источников, изучить содержание остаточных количеств пестицидов в землях России. Дополнить сведения, содержащиеся в табл. 8.20, полученными данными за последние пять лет и письменно дать оценку динамике площади нарушенных земель.

Таблица 8.20. Содержание остаточных количеств пестицидов в землях России, по годам

Годы	2009	2019	2020	2021	2022	2023
Обследовано на содержание, остаточных количеств пестицидов, тыс. га	34,3					
Загрязнённые площади, %	весна — 1,4; осень — 3,2					
Количество субъектов РФ на территориях которых обнаружена загрязнённая почва	17					

4. Составить список основных типов почв России. Дать общую характеристику одному из типов на выбор.

Практическая работа:

«Экологический анализ загрязнённости городских почв»

Цель работы: оценить степень загрязнения городских почв по коэффициенту концентрации и интегральному показателю поэлементного загрязнения почвы, выявить основные загрязняющие вещества в почвах городов России.

Методика выполнения работы

1. Проанализировать степень загрязнения почв в городах России: сравнить среднее значение содержания химических веществ в почве с показателями фоновых значений ($C_{\text{ф}}$) и ПДК (ОДК). Произвести расчёт по трём городам (вариантам).

2. Рассчитать параметры загрязнения городских почв: коэффициент концентрации загрязнения почвы и полиэлементный показатель загрязнения почвы Z_c

$$K_i = \frac{C_i}{C_{\text{ф}}}, \quad (8.9)$$

где C_i — концентрация загрязняющего вещества в почве, мг/кг;

$C_{\text{ф}}$ — среднее фоновое содержание загрязняющих веществ, мг/кг почвы.

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_i - (n - 1), \quad (8.10)$$

где K_i — коэффициент концентрации элемента;
 n — число элементов с $K_i > 1$.

Полученную величину суммарного показателя загрязнения почв используют для оценки уровня опасности загрязнения территории города. На основании ориентировочной оценочной шкалы (табл. 8.21) определяют степень опасности загрязнения почв. Исходные данные для выполнения практической работы приведены в таблице 8.22. Вариант задания соответствует положению обучающегося в списке группы. Полученные результаты необходимо представить в виде таблицы 8.23.

Таблица 8.21. Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c)

Категория загрязнения почв	Величина Z_c	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16–32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32–128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофий новорождённых)

Таблица 8.22. Содержание химических веществ в почвах, мг/кг

№	Город		pH	SO_4^{2-}	NO_3^-	Нефте-продукты	Тяжёлые металлы				
							Zn	Pb	Cu	Ni	Mn
1	Владимир	Содерж.	6,5-7,5	8,1-111,7	2,8-97,7	0,1-53,3	10,5-93,3	6,7-88,5	2,9-16,8	3,1-6,3	52-202
		Фоновые значения	7,0	50,2	22,6	22,9	52,4	23,1	6,4	4,6	130
2	Таганрог	Содерж.	7,0-8,3	5,0-165,1	2,8-77,6	0,1-123,3	5,2-78,4	1,1-32,4	1,5-9,2	1,0-7,4	24-238
		Фоновые значения	7,6	48,1	12,4	29,0	22,0	14,4	4,1	2,6	78
3	Белгород	Содерж.	5,0-7,9	30,1-188,6	2,8-95,5	0,1-383,3	0,3-48,4	7,4-41,8	3,3-19,8	2,9-5,3	5-172
		Фоновые значения	6,6	82,8	35,1	66,2	22,7	11,7	5,6	4,2	115
4	Тамбов	Содерж.	5,9-7,9	17,4-97,3	4,2-109,0	6,7-406,7	5,1-15,4	3,8-12,7	1,7-8,7	1,1-9,4	12-215
		Фоновые значения	6,7	48,2	32,4	136,5	11,5	7,9	3,7	2,7	99

Продолжение. табл. 8.22

№	Город		pH	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Нефте- продукты	Тяжёлые металлы				
							Zn	Pb	Cu	Ni	Mn
5	Севастополь	Содерж.	5,8-7,9	20,6- 124,4	2,8- 36,3	10,0- 310,0	8,9- 93,1	3,4- 29,1	1,3- 11,4	1,7- 6,1	25- 209
		Фоновые значения	6,6	71,3	11,0	72,8	39,3	10,8	5,1	3,3	108
6	Донецк	Содерж.	4,8-7,3	32,1- 120,4	0,1- 11,5	19,4- 178,6	17,8- 63,8	3,6- 28,5	3,0- 22,1	2,4- 10,6	83- 575
		Фоновые значения	6,5	66,5	4,1	57,6	35,4	10,1	5,7	4,1	193
7	Мариуполь	Содерж.	6,9-8,0	20,7- 183,9	3,4- 60,3	0,1-236,7	20,9- 81,3	8,7- 53,0	1,4- 20,0	2,4- 10,9	2- 291
		Фоновые значения	7,3	81,8	16,9	26,9	37,2	21,9	5,0	15,1	173
8	Кострома	Содерж.	7,0-8,6	2,8- 55,0	2,8- 55,0	10,0- 356,7	14,1- 118,6	4,3- 42,7	2,0- 22,5	1,7- 10,4	26- 283
		Фоновые значения	7,9	8,2	8,2	53,8	47,0	18,4	7,1	4,5	162
9	Пермь	Содерж.	6,0-7,9	2,8- 64,6	2,8- 64,6	0,1-243,3	5,7- 121,9	3,2- 148,0	0,7- 37,4	0,9- 11,7	23- 416
		Фоновые значения	6,9	15,9	15,9	38,7	49,6	18,6	8,0	5,6	188
10	Псков	Содерж.	5,6-7,8	4,8- 97,7	4,8- 97,9	13,3- 253,3	5,9- 295,6	2,6- 175,1	1,1- 20,8	1,6- 6,7	34- 208
		Фоновые значения	6,6	24,5	24,5	91,4	57,5	18,2	5,0	3,4	132

3. Отобразить полученные данные на графике (ось абсцисс — исследуемые города, ось ординат — величина K_i).

Таблица 8.23. Полученные результаты расчётов

Загрязняющее вещество	Коэффициент концентрации элемента, K_i		
	Город № 1	Город № 2	Город № 3
SO ₄ ²⁻			
NO ₃			
Нефтепродукты			
C1			
Zn			
Pb			
Cu			
Ni			
Mn			
Полиэлементный показатель загрязнения почвы, Z_c			
Загрязняющие вещества, имеющие наибольший вклад			

4. По полученным расчётным данным сделать вывод о состоянии почвенного покрова трёх городов по критерию наибольшего загрязнения и вывод по критерию — какой из загрязнителей вносит наибольший вклад в загрязнение почвы.

Глава 6. Современные экологические проблемы транспортного комплекса

Рассмотреть главу и подготовить опорный конспект:

1. Представить структуру транспортного комплекса России, отметить наиболее и наименее развитые виды транспорта, ранжировать их по вкладу в загрязнение окружающей среды.
2. Обозначить направления развития транспортного комплекса России.
3. Оценить перспективы развития производства электромобилей в мире.

Практические задания:

1. Используя справочный материал из открытых источников, изучить выбросы автомобильного транспорта и стационарных загрязнителей в России. Дополнить сведения, содержащиеся в табл. 8.24, полученными данными за последние четыре года и письменно дать оценку динамике выбросов в стране.

Таблица 8.24. Выбросы загрязняющих атмосферу веществ от автомобильного транспорта и стационарных источников в России, по годам

Годы	2009	2019	2020	2021	2022	2023
Автомобильный транспорт, тыс. т	17 074					
Стационарные источники, тыс. т	19 021					
Всего, тыс. т	36 095					
Удельный вес выбросов автомобильного транспорта, %	47					

2. Используя справочный материал из открытых источников, изучить статистику зарегистрированных автомобилей и других транспортных средств в России. Дополнить сведения, содержащиеся в табл. 8.25, полученными данными за последние пять лет и письменно дать оценку динамике изменения количества зарегистрированного транспорта.

Таблица 8.25. Статистика зарегистрированных автомобилей и других транспортных средств в России, по годам

Годы	2019	2020	2021	2022	2023
Легковые автомобили, млн шт					50,6
Грузовые автомобили, млн шт					6,7
Автобусы, млн шт					0,8
Мотоциклы, мопеды, квадроциклы, млн шт					2,3
Всего					60,4

*Практическая работа:
«Оценка уровня шумового воздействия автотранспорта»*

Цель работы: определить уровень звука в расчётной точке (площадка для отдыха в жилой застройке) от источника шума — автотранспорта, движущегося по уличной магистрали.

Уровень звука в расчётной точке, дБ, определяется по формуле

$$L_{рт} = L_{и.ш.} - \Delta L_{рас} - \Delta L_{воз} - \Delta L_{зел} - \Delta L_{э} - \Delta L_{зд}, \quad (8.11)$$

где $L_{и.ш.}$ — уровень звука от источника шума (автотранспорта), дБ;

$\Delta L_{рас}$ — снижение уровня звука из-за его рассеивания в пространстве, дБ;

$\Delta L_{воз}$ — снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе, дБ,

$\Delta L_{зел}$ — снижение уровня звука зелёными насаждениями, дБ;

$\Delta L_{э}$ — снижение уровня звука экраном, дБ;

$\Delta L_{зд}$ — снижение уровня звука зданием, дБ.

Влияние травяного покрытия и ветра на снижение уровня звука при расчёте не учитывается. Снижение уровня звука от его рассеивания в пространстве определяется по формуле

$$\Delta L_{рас} = 10 \lg (r_n \cdot r_o) \delta, \quad (8.12)$$

где r_n — кратчайшее расстояние от источника шума до расчётной точки, м;

r_o — кратчайшее расстояние между точкой, в которой определяется звуковая характеристика источника шума, и источника шума, $r_o = 7,5$ м.

δ — длина звукового луча, м.

Снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе определяется по формуле:

$$\Delta L_{\text{воз}} = (\alpha_{\text{воз}} \cdot r_n)/100, \quad (8.13)$$

где $\alpha_{\text{воз}}$ — коэффициент затухания звука в воздухе, $\alpha_{\text{воз}} = 0,5$ дБ/м.

Снижение уровня звука зелёными насаждениями определяется по формуле

$$\Delta L_{\text{зел}} = \alpha_{\text{зел}} \cdot B, \quad (8.14)$$

где $\alpha_{\text{зел}}$ — постоянная затухания шума, $\alpha_{\text{зел}} = 0,1$ дБ;

B — ширина полосы зелёных насаждений, $B = 10$ м.

Снижение уровня звука экраном (зданием) $\Delta L_{\text{воз}}$ зависит от разности длин путей звукового луча (табл. 8.26).

Таблица 8.26. Зависимость снижения уровня звука экраном от разности звукового луча

$\delta, \text{м}$	1	2	5	10	15	20	30	50	60
$\Delta L_{\text{э}}$	14	16,2	18,4	21,2	22,4	22,5	23,1	23,7	24,2

Расстоянием от источника шума и от расчётной точки до поверхности земли можно пренебречь. Снижение шума за экраном (зданием) происходит в результате образования звуковой тени в расчётной точке и огибания экрана звуковым лучом.

Снижение шума зданием (преградой) обусловлено отражением звуковой энергии от верхней части здания и определяется по формуле

$$\Delta L_{\text{зд}} = K \cdot W, \quad (8.15)$$

где K — коэффициент, $K = 0,8–0,9$ дБ/м;

W — толщина (ширина) здания, м.

Задание

1. В соответствии с исходными данными (табл. 8.27) определить снижение уровня звука в расчётной точке. Вариант задания соответствует положению обучающего в списке группы.

Таблица 8.27. Исходные данные для выполнения практической работы

№ варианта	Расстояние от источника шума до расчётной точки, r_n , м	Длина звукового луча, δ , м	Толщина (ширина) здания W , м	Уровень звука от источника шума, $L_{и.ш}$, дБ
1	70	5	10	70
2	80	10	10	70
3	85	15	12	70
4	90	20	12	70
5	110	60	16	75
6	115	5	16	75
7	125	10	18	75
8	135	15	18	75
9	60	20	10	80
10	65	30	10	80
11	75	50	12	80
12	80	60	12	80
13	105	15	16	85
14	110	20	16	85
15	115	30	18	85
16	120	50	18	85
17	65	60	10	90
18	70	5	10	90
19	80	10	12	90
20	85	15	12	90

2. Зная уровень звука от автотранспорта (источник шума), по формуле (8.11) найти уровень звука в жилой застройке.

3. Полученные результаты расчётов занести в таблицу 8.28 и сделать вывод о соответствии расчётных данных допустимым нормам.

Таблица 8.28. Полученные результаты расчётов

№ п/п	r_n , м	δ , м	W , м	$L_{и.ш}$, дБ	$\Delta L_{рас}$, дБ	$\Delta L_{воз}$, дБ	$\Delta L_{зел}$, дБ	$\Delta L_{э}$, дБ	$\Delta L_{зд}$, дБ	$L_{рт}$, дБ	Соответствие допустимым нормам

Глава 7.
Инновационная политика развития
региональных социоэкосистем

Рассмотреть главу и подготовить опорный конспект:

1. Определить ключевые составляющие потенциала России в решении климатических вызовов.
2. Охарактеризовать оценку выбросов парниковых газов по уровням Score.
3. Обозначить наиболее эффективные направления декарбонизации окружающей среды в России.
4. Сравнить особенности функционирования зелёных кластеров в России и в странах Европы.
5. Перечислить возможные проблемы зелёного строительства в условиях реализации концепции умного города.
6. Описать, что представляет собой реновация в промышленном строительстве. Привести примеры.

Практические задания:

1. Используя справочный материал из открытых источников, изучить затраты на охрану окружающей среды в России. Дополнить сведения, содержащиеся в таблице 8.29, полученными данными за последние пять лет и письменно дать оценку динамике затрат.

Таблица 8.29. Затраты* на охрану окружающей среды в России, по годам

Годы	2009	2019	2020	2021	2022	2023
Всего, в фактически действующих ценах, млн руб.	343 368					
В том числе по направлениям природоохранной деятельности, млн руб.						

Примечание: «*» — включая прямые инвестиции в основной капитал, текущие расходы, капитальный ремонт основных средств.

2. Используя справочный материал из открытых источников, изучить инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в России. Дополнить сведения, содержащиеся в табл. 8.30, полученными данными за последние пять лет и письменно дать оценку динамике инвестиций.

Таблица 8.30 Инвестиции* в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в России, по годам

Годы	2009	2019	2020	2021	2022	2023
Инвестиции в основной капитал — всего, в фактически действовавших ценах, млн руб.	81 914					
В том числе:						
Охрана и рациональное использование водных ресурсов	39 219					
Охрана атмосферного воздуха	23 242					
Охрана и рациональное использование земель	11 045					
Охрана окружающей среды от загрязнения отходами производства и потребления**	7 092					
Другие мероприятия***	1 316					

Примечание: «*» — без субъектов малого предпринимательства и объёма инвестиций, не наблюдаемых прямыми статистическими методами, и без НДС; «**» — включая инвестиции в основной капитал на строительство установок (производств) для утилизации и переработки отходов производств, предприятий и полигонов по утилизации, обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных, бытовых и иных отходов; «***» — включая охрану и рациональное использование лесных ресурсов, охрану и воспроизводство рыбных запасов, организацию заповедников и других природоохранных территорий, охрану недр и рациональное использование минеральных ресурсов, охрану и воспроизводство диких зверей и птиц.

Практическая работа:

«Оценка выбросов парниковых газов при сжигании угля»

Цель работы: выполнить расчёт выбросов парниковых газов при сжигании угля в соответствии с приказом Минприроды России от 27.05.2022 № 371 «Об утверждении методик количественного определения объёмов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов».

Задание

Котельная «ДКВР-10-13» установленной мощностью 17,5 Гкал/час работает на угле. В котельной установлено три паровых котла, переведённых в водогрейный режим: два котла типа ДКВР-10-13-115С мощностью 6,0 Гкал/ч и один котёл типа КЕ-10-14-115С мощностью 5,5 Гкал/ч. Рассчитать выбросы парниковых газов. Расход топлива приведён в таблице 8.32. Вариант расчёта соответствует положению обучающегося в списке группы.

Методика выполнения

Расчёт выбросов парниковых газов от стационарного сжигания топлива в котельных р.п. Белый Яр проводится в соответствии с приказом Минприроды № 371. Оценка выбросов CO₂ от стационарного сжигания производится по формуле:

$$E_{CO_2,y} = \sum_{j=1}^n (FC_{j,y} \times EF_{CO_2,j,y} \times OF_{j,y}), \quad (8.20)$$

где $E_{CO_2,y}$ — выбросы CO₂ от стационарного сжигания топлива за период у, т CO₂;

$FC_{j,y}$ — расход топлива j за период у, тыс. м³, т, т у.т. или ТДж;

$EF_{CO_2,j,y}$ — коэффициент выбросов CO₂ от сжигания топлива j за период у, т CO₂/ед.;

$OF_{j,y}$ — коэффициент окисления топлива j, доля. По умолчанию равен 1,0 при отсутствии фактических данных о потерях тепла вследствие механической неполноты сгорания твёрдого топлива и о содержании углерода в твёрдых продуктах сгорания топлива (шлаке и золе);

j — вид топлива, используемого для сжигания;

n — количество видов топлива, используемых за период у.

Расход топлива определяется в энергетическом эквиваленте (т у.т. или ТДж) по формулам

$$FC_{j,y} = FC'_{j,y} \times k_{j,y} \quad (8.21)$$

где $FC_{j,y}$ — расход топлива j в энергетическом эквиваленте за период у, т у.т.;

$FC'_{j,y}$ — расход топлива j в натуральном выражении за период у, т или тыс. м³;

$k_{j,y}$ — коэффициент перевода в тонны условного топлива, т у.т./т, т у.т./тыс. м³.

$$FC_{j,y} = FC'_{j,y} \times NCV_{j,y} \times 10^{-3} \quad (8.22)$$

где $FC_{j,y}$ — расход топлива j в энергетическом эквиваленте за период у, ТДж;

$FC'_{j,y}$ — расход топлива j в натуральном выражении за период у, т или тыс. м³;

$NCV_{j,y}$ — низшая теплота сгорания топлива j за период у, МДж/кг, МДж/м³.

Коэффициенты перевода расхода топлива в энергетические единицы и коэффициенты выбросов CO₂ представлены в таблице 8.31.

Таблица 8.31. Коэффициенты перевода расхода топлива в энергетические единицы и коэффициенты выбросов CO₂

Виды топлива	Коэффициенты перевода в тонны условного топлива и энергетические единицы (NCV _{i,y})			Коэффициенты выбросов (EF _{CO₂,i,y})		Содержание углерода (W _{C,i,y})	
	Единица измерения	т у.т./т (тыс. м ³)	ТДж/тыс. т (млн м ³)	т CO ₂ /т у.т.	т CO ₂ /ТДж	т С/т у.т.	т С/ТДж
Уголь кузнецкий	тонна	0,867	25,4	2,69	91,9	0,73	25,1

Таблица 8.32. Исходные данные для расчёта выбросов парниковых газов при горении угля

№ варианта	Расход угля за отчётный период, FC' _{i,y} (факт.), т
1	4586,400
2	5588,555
3	6230,892
4	1234,567
5	8983,150
6	5005,800
7	900,860
8	1985,155
9	8691,288
10	7775,333

Вопросы к экзамену

1. Сформулируйте понятие современной экологии, определите её предмет.
2. Почему концепцию экосистемы называют одним из наиболее важных обобщений в биологии?
3. Что такое среда обитания и какие экологические факторы вам известны?
4. Как современная экология представлена в системе наук, каковы её структура и основные направления?
5. Назовите основные этапы формирования экологии как науки и укажите, в чём особенность современных экологических исследований?
6. Назовите методы экологических исследований.
7. Перечислите основные задачи экологического мониторинга.
8. Сформулируйте закон внутреннего динамического равновесия. В чём его значение?

9. Сформулируйте закон (правило) минимума Ю. Либиха. В чём его значение?
10. Сформулируйте закон толерантности В.Э. Шелфорда. В чём его значение?
11. Сформулируйте закон обеднения разнородного вещества в островных его сгущениях (закон Г.Ф. Хильми). В чём его значение?
12. Как соотносятся закон ограниченности природных ресурсов и правило одного процента?
13. Сформулируйте закон пирамиды энергий (правило Р.Л. Линдемана). В чём его значение?
14. Сформулируйте правило обязательности заполнения экологических ниш. В чём его значение?
15. Сформулируйте правило «мягкого управления природой». В чём его значение?
16. Охарактеризуйте биосферу как область взаимодействия общества и природы.
17. В чём кроется взаимная обусловленность процессов живой и неживой природы?
18. Как происходит круговорот веществ в природе?
19. Раскройте суть концепции ноосферы.
20. На чём строится концепция планетарных границ?
21. Назовите известные вам виды антропогенных воздействий на биосферу.
22. Каковы современные представления о глобальных экологических процессах?
23. Охарактеризуйте глобальные проблемы человечества. Какова их современная типология?
24. Проанализируйте локальный, региональный и глобальный уровень экологической проблемы на конкретных примерах.
25. Что такое глобальное загрязнение окружающей природной среды и каковы его последствия?
26. Определите проблемы и сформулируйте пути сохранения биоразнообразия и генофонда биосферы.
27. Чем представлен природно-заповедный фонд и в чём его значение?
28. Какие существуют пути преодоления экологического кризиса современности?
29. Какова роль Римского клуба в планировании развития мирового сообщества и в решении глобальных проблем человечества?
30. Сформулируйте перспективы устойчивого развития общества и природы.
31. На чём строится стратегия устойчивого экологического развития?

32. Какие природные объекты подлежат международно-правовой охране?
33. Каково значение ключевых международных конференций по вопросам окружающей среды и развитию, проводимых ООН?
34. Охарактеризуйте роль научного наследия В.И. Вернадского в формировании такой междисциплинарной области знаний как глобальная экология?
35. Что предусматривает международное сотрудничество в сфере экологии?
36. На какие категории можно разделить международные организации, занимающиеся вопросами экологии?
37. Раскройте содержание понятий «прагматический императив» и «экологический императив».
38. В чём состоят основные отличия экоцентрического и антропоцентрического типов общественного сознания?
39. Какова роль представителей «русского космизма» в становлении представлений о человеке и окружающем его мире?
40. Какое место отводится положениям биосферной этики в формировании общественного сознания?
41. Что понимают под экологическим образованием, воспитанием и просвещением?
42. Сформулируйте основные направления формирования экологической культуры.
43. Определите соотношение понятий «природа», «окружающая среда» и «общество».
44. Чем были обусловлены представления общества о природе в истории философской мысли?
45. Почему природа является основой жизнедеятельности общества?
46. Чем обусловлено появление в науке такого направления как географический (космический) детерминизм?
47. В чём кроется противоречие взаимоотношений общества и природы?
48. Что следует понимать под адаптацией человека к окружающей среде?
49. Опишите основные исторические этапы взаимодействия общества и природы.
50. Какие существуют формы взаимоотношений общества и природы?
51. В чём суть эколого-экономического принципа природопользования?
52. Раскройте характерные черты каждого из шести технологических укладов (волн).
53. Охарактеризуйте природопользование как научную дисциплину.
54. Чем природные ресурсы отличаются от природных условий?
55. Что такое природно-ресурсный потенциал и чем он определяется?

56. Приведите известные вам классификации природных ресурсов.
57. Сформулируйте основные принципы рационального природопользования.
58. Что следует понимать под ресурсосбережением?
59. Приведите примеры основных ресурсных циклов, используемых обществом.
60. Какова современная демографическая ситуация в мире? Что такое демографический переход?
61. Охарактеризуйте возможные пределы экономического роста и развития человечества на нашей планете.
62. Кем была предложена концепция экономики замкнутого цикла и на каких принципах она построена?
63. В чём заключаются отличия между так называемыми зелёной, голубой и красной экономиками?
64. Какие источники энергии называют возобновляемыми?
65. Каковы перспективы развития альтернативной энергетики в России?
66. Опишите состав и структуру атмосферы.
67. С чем связано глобальное изменение климата?
68. Назовите основные компоненты загрязнения атмосферы.
69. Охарактеризуйте современное состояние и перечислите экологические последствия загрязнения атмосферы.
70. Опишите механизм парникового эффекта.
71. Объясните роль фторхлоруглеродов в образовании озоновых дыр.
72. Какие газы вызывают кислотные осадки?
73. Назовите основные виды смога и особенности их возникновения.
74. Перечислите возможные меры охраны атмосферного воздуха от загрязнений.
75. Расскажите о технологиях улавливания и хранения диоксида углерода.
76. Какова скорость обновления природных вод?
77. Каково соотношение морских и пресных вод в биосфере?
78. Укажите основные источники загрязнения гидросферы.
79. Что такое эвтрофикация водоёмов и с чем она связана?
80. Что следует понимать под глобальной проблемой Мирового океана?
81. Опишите меры по охране и рациональному использованию водных ресурсов?
82. Расскажите об инновационных решениях для очистки сточных вод.
83. Что подразумевают под планами безопасности воды?
84. Перечислите задачи международного сотрудничества по охране водных ресурсов.

85. Какие существуют направления в преодолении пластикового загрязнения океана?
86. Какова структура земельного фонда планеты?
87. Укажите основные категории использования земель.
88. Что называют почвенно-земельными ресурсами?
89. На какие типологические группы можно разделить почвы, по их распространённости на Земле?
90. Что приводит к деградации почв?
91. Каковы основные причины водной и ветровой эрозии?
92. Что называют десертификацией и какие регионы мира ей подвержены?
93. К каким процессам приводят несоблюдение норм орошения и низкий уровень культивирования орошаемых земель?
94. Приведите классификацию загрязнений земельных ресурсов.
95. Какие почвы называют техногенными?
96. Перечислите первоочередные меры по охране почвенно-земельных ресурсов.
97. В чём заключается проблема использования биологического азота?
98. Охарактеризуйте основные методы контроля почв и сопредельных сред от загрязнения.
99. Расскажите о преимуществах и недостатках способов утилизации и вторичного использования синтетических отходов.
100. Чем можно охарактеризовать третью аграрную (зелёную) революцию?
101. Сформулируйте цели устойчивого производства продовольствия.
102. Обозначьте пути достижения устойчивого сельского хозяйства.
103. Приведите примеры эффективного использования воды в сельском хозяйстве.
104. Какова цель карбонового земледелия?
105. Приведите примеры использования умных удобрений, ядохимикатов и биологических средств защиты растений.
106. С какими современными экологическими проблемами связано развитие транспортного комплекса?
107. Расскажите о способах снижения материалоемкости и энергоёмкости транспортных перевозок?
108. Каким образом сегодня решается проблема шумового (акустического) загрязнения?
109. Что подразумевает понятие экологически устойчивого транспорта?
110. Для чего используется коэффициент экологичности транспортной системы?
111. Раскройте основные направления экологизации объектов транспорта.

112. Как формируется региональная инновационная система? Какова её структура?
113. Приведите примеры из международного опыта развития зелёных кластеров.
114. В чём уникальность природно-климатического потенциала России?
115. Что собой представляет пограничный корректирующий углеродный сбор?
116. Дайте определение углеродной единице.
117. По каким областям (типам) выбросов парниковых газов проводится корпоративная оценка углеродного следа российскими компаниями?
118. На каких принципах строится ESG-концепция?
119. Какие международные организации публикуют стандарты для ESG-отчётности?
120. Охарактеризуйте отечественную практику реализации ESG-повестки малыми и средними компаниями.
121. Обоснуйте необходимость создания карбоновых полигонов и ферм.
122. Что предусмотрено миссией карбоновых полигонов России?
123. Какие научные результаты получены на карбоновых полигонах России?
124. Опишите экологические проблемы, возникающие в связи с процессом урбанизации.
125. Какие города называют регенерирующими? Приведите примеры.
126. Назовите новые технологии, применяемые в экологическом строительстве.

ГЛОССАРИЙ

Адаптация биологическая — совокупность морфофизиологических, поведенческих, популяционных и других особенностей биологического вида, обеспечивающая возможность специфического образа жизни особей в определённых условиях внешней среды. Выделяют адаптацию генетическую, генотипическую, фенотипическую, климатическую, а также социальную.

Адаптация социальная — процесс взаимодействия личности или социальной группы со средой социальной; включает усвоение норм и ценностей среды в процессе социализации, а также изменение, преобразование среды в соответствии с новыми условиями и целями деятельности.

Альтернативная энергетика — подотрасль энергетики, охватывающая перспективные способы получения энергии из возобновляемых или практически неисчерпаемых ресурсов, при которых снижается риск причинения вреда окружающей среде. Применительно к альтернативной энергетике чаще всего используется термин «возобновляемые источники энергии».

Антропоцентрический тип экологического сознания — одна из причин экологического кризиса, для него характерно: признание человека высшей ценностью (природа объявляется его собственностью); иерархическая картина мира; цель взаимодействия с природой — удовлетворение потребностей человека; этические нормы распространяются только на мир людей, но не на мир природы (*прагматический императив*); развитие природы мыслится как процесс, подчиненный развитию человека.

Антропоэкологические системы — сообщества людей, находящиеся в динамической взаимосвязи со средой и использующие эти связи для удовлетворения своих потребностей.

Атмосфера — газовая оболочка планеты, сформировавшаяся в результате геологической эволюции и непрерывной деятельности живых организмов.

Биогеоценоз — это совокупность однородных природных элементов (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий) на определенном участке поверхности Земли. Его контур устанавливается по границе фитоценоза.

Биодиагностика — выявление причин или факторов изменения состояния среды на основе видов организмов с узко специфичными реакциями и отношениями; включает в себя два методических подхода к

биомониторингу и контролю экологического качества объектов окружающей среды — *биоиндикацию* и *биотестирование*.

Биологические (биогенные) пестициды — группа действующих веществ, источниками получения которых являются живые организмы (бактерии, грибы, вирусы, нематоды) или естественные биологически высокоактивные химические соединения, синтезируемые живыми организмами.

Биологический азот — азот, поступающий в почву и растения в результате фиксации атмосферного азота микроорганизмами. Актуальность всестороннего изучения проблемы использования биологического азота вызвана необходимостью создания новых экологически безопасных и эффективных биопрепаратов для сельского хозяйства.

Биологическое разнообразие (биоразнообразие) — разнообразие жизни во всех её проявлениях, которое представлено в природе на уровне генов, видов и экосистем.

Биомы — наиболее крупные наземные экосистемы, соответствующие основным климатическим зонам Земли (пустынные, травянистые, лесные).

Биосфера — это одна из геосфер Земли, заселённая организмами, которые в совокупности составляют живое вещество нашей планеты; это основной компонент природной среды, окружающей человека. Границы биосферы определяются областью распространения организмов в атмосфере, гидросфере и литосфере. Сегодня следует исходить из представлений о биосфере как о глобальной экосистеме, состоящей из абиотической и биотической части.

Биотоп — пространство с однородными условиями абиотических факторов (участок суши или водоёма), заселённое определенным сообществом, то есть занятое определённым биоценозом. Характерный для отдельного биотопа комплекс условий определяет видовой состав обитающих здесь организмов.

Биоценоз — организованная группа растений, животных и микроорганизмов, приспособленных к совместному обитанию в пределах определенного пространства. В пределах биоценоза различают *фитоценоз* — устойчивое сообщество растительных организмов, *зооценоз* — совокупность взаимосвязанных видов животных и *микробоценоз* — сообщество микроорганизмов. В чистом виде в природе биоценозы не встречаются, также как и в отрыве от *биотопа*.

Водные экосистемы — основные экосистемы, существующие в гидросфере (реки, озера и океаны).

Геоэкология — междисциплинарное научное направление, изучающее пространственно-временные закономерности взаимодействия

общества и природы, объединяющее теоретические и прикладные исследования в области наук о Земле (географии, геологии, физики атмосферы, физики Земли, геохимии и др.) и живой природе (биология) на основе эколого-географического подхода; формирует научные основы рационального природопользования и охраны природы, не являясь их синонимом.

Гидросфера — водная оболочка Земли, включает в себя все химически не связанные воды нашей планеты, включая Мировой океан, континентальные поверхностные воды, ледники и подземные воды.

Глобальная проблема Мирового океана — комплексная проблема сохранения и рационального использования его пространств и ресурсов.

Глобальные проблемы человечества — переплетение на общепланетарном, общемировом и общечеловеческом уровне социально-экономических, политико-идеологических, культурных, биосоциальных и социоприродных противоречий в современном мире. Это проблемы, которые создают реальную угрозу для будущего человечества и требуют для своего решения международного сотрудничества в самом широком масштабе.

Голубая (синяя) экономика — путь развития через восстановление экосистемы и существование в симбиозе с природой; усилия по повышению качества жизни на принципах во многом отвечающим целями устойчивого развития.

Город — населённый пункт, имеющий соответствующий статус с учётом численности населения, характера занятий большинства его жителей, географического, экономического, исторического и культурного значения.

Деградация земель — постепенное ухудшение их свойств, снижение или утрату их плодородия.

Демографический переход — переход от существовавшего в течение большей части истории человечества состояния высокой смертности к современному состоянию низкой смертности и низкой рождаемости, характерному для многих развитых стран мира.

Жизнь — активное поддержание и самовоспроизведение специфической структуры, которое происходит с затратой энергии, полученной извне.

Загрязнение — привнесение в природную среду или возникновение в ней новых, нехарактерных, физических, химических, информационных и биологических агентов или превышение их естественного уровня, приводящее к негативным последствиям.

Закон экологический — свод фундаментальных положений экологии и природопользования. Экологические законы и правила были обобщены и сведены в единую систему Н.Ф. Реймерсом, по мнению которого

экологические законы представляют собой теоремы, которые могут быть доказаны исходя из современных научных данных.

Здоровье человека — состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов. Важнейшими интегральными критериями практического здоровья являются: работоспособность, психоэмоциональная устойчивость, способность адаптироваться к природной и социальной среде, а также удовлетворять свои материальные и духовные потребности.

Зелёная революция — комплекс изменений в сельском хозяйстве развивающихся стран, который привёл к значительному увеличению мировой сельскохозяйственной продукции, который включал в себя активное выведение более продуктивных сортов растений и их внедрение в производство, расширение орошения, применение удобрений, пестицидов и современной техники.

Зелёный (инновационный) кластер — представляет собой объединение компаний зелёной инфраструктуры, органов государственной власти, финансовых организаций, научно-исследовательских и образовательных учреждений, а также потребителей. В рамках развития инновационных кластеров стала возможной реализация совместных программ, связанных с развитием чистых технологий, защитой окружающей среды и переработкой отходов.

Изменение климата — глобальная экологическая проблема, заключающаяся в отклонении погодных параметров от многолетних показателей; подобные климатические явления приводят к нарушению функционирования экосистем и возникновению других проблем.

Карбоновый полигон — участок земной поверхности (экосистема) с репрезентативными для данной территории рельефом, структурой растительного и почвенного покрова, созданные для реализации мероприятий, направленных на развитие научного, кадрового и инфраструктурного потенциалов в области разработки и испытаний технологий контроля баланса климатических активных газов.

Кислотные осадки — атмосферные осадки, выпадающие на поверхность Земли, которые содержат кислотообразующие вещества и поэтому имеют pH менее 5. Проблему их возникновения относят к числу трансграничных или региональных последствий загрязнения атмосферы.

Климат — многолетняя совокупность погодных условий, наблюдаемых в конкретной области, статистика погод.

Консументы — организмы, которые нуждаются в готовой органической продукции. Питаются продуцентами или другими консументами. Они являются гетеротрофами, к которым относятся звери, птицы, рыбы, насекомые.

Концепция экосистемы — основная концепция современной экологии, построена на представлениях о единстве биотопа и биоценоза, является одним из наиболее важных обобщений в биологии.

Ландшафт — природный географический комплекс, участок земной поверхности, в котором все основные компоненты (верхние горизонты литосферы, рельеф, климат, воды, почвы, биота) находятся в сложном взаимодействии, образуя однородную по условиям развития единую систему.

Литосфера — каменная оболочка Земли, включающая верхнюю часть мантии и земную кору; сверху ограничена атмосферой и гидросферой.

Международное экологическое сотрудничество — совокупность международных норм и принципов в области охраны окружающей среды, деятельность международных организаций и заключение международных договоров (соглашений, конвенций); одно из основных направлений выхода мирового сообщества из экологического кризиса, преодоления глобальных проблем и перехода к устойчивому развитию.

Минеральные удобрения — действенное средство влияния на химические, физические и биологические свойства почвы, а также на питание растений, их рост и развитие, устойчивость к неблагоприятным факторам среды, урожай и его качество.

Мониторинг окружающей среды — наблюдение за состоянием компонентов окружающей среды (атмосферы, гидросферы, почвенно-растительного покрова, а также техногенных систем) с целью их контроля, прогнозирования и охраны. Различают глобальный региональный и локальный уровни мониторинга.

Национальные интересы в сфере экологии — совокупность внутренних и внешних потребностей государства в обеспечении защищённости окружающей среды, рационального природопользования, защиты экологических прав и устойчивого развития личности, общества и государства.

Ноосфера (сфера разума) — гипотетическая стадия развития биосферы, когда разумная деятельность человека становится решающим фактором её дальнейшего развития.

Ноосферогенез — это переходная стадия эволюции человечества от эпохи стихийного развития стран и народов к интеграции мирового сообщества в единую глобальную экономическую систему с согласованными природными и социальными законами, которые позволяют избежать экологического кризиса.

Общество — форма совместной жизнедеятельности людей, является обособившейся частью природы, которая неразрывно с ней связана.

Озоновый экран — слой атмосферы с наибольшей концентрацией молекул озона (O_3) на высоте 20–45 км, поглощающий жёсткое ультрафиолетовое излучение, губительное для живых организмов. Его разрушение в результате антропогенного загрязнения атмосферы таит угрозу всему живому.

Парниковый эффект — разогрев нижних слоёв атмосферы, возникающий из-за присутствия некоторых газов в её составе, прежде всего, водяного пара, углекислого газа, двуокиси азота и метана, которые обладают свойством пропускать видимое солнечное излучение и задерживать тепловое излучение нагретой земной поверхности.

Пестициды (ядохимикаты) — вещества или смесь веществ химического либо биологического происхождения, предназначенные для уничтожения сорняков, вредных насекомых и грызунов, возбудителей болезней растений и животных.

Популяция — это минимальная группа (совокупность) особей одного вида, способная к самовоспроизведению, населяющая определенное пространство (ареал) на протяжении эволюционно длительного времени, образуя генетическую систему и формирующая собственную экологическую нишу.

Почва — естественно-историческое природное тело, формирующееся на поверхности земли под совместным воздействием биотических и абиотических факторов, состоящее из почвенных горизонтов, образующих почвенный профиль, и характеризующееся плодородием. Почвенный покров называют *педосферой*.

Почвенно-земельные ресурсы — двуединый ресурс, который образуют земли и почвы, взаимосвязанные исторически и генетически, в пространстве и времени.

Природа — это весь окружающий человека мир во всем бесконечном многообразии его проявлений; является основным объектом изучения естественных наук. Природа представляет собой объективную реальность, которая существует вне и независимо от сознания человека.

Природно-заповедный фонд — совокупность природных объектов и природных комплексов, наделённых режимом заповедования. Изъят из хозяйственного использования и находится под особой охраной государства. Состоит из государственных природных заповедников, государственных природных заказников, национальных парков, памятников природы, редких и исчезающих растений и животных, занесённых в Красную книгу.

Природно-промышленная (техногенная) система — самостоятельная система, в состав которой входят промышленные, коммунальные, бытовые, природные, аграрные объекты, функционирующие как единое

целое на основе определенного типа обмена веществом, энергией и информацией.

Природно-ресурсный потенциал — совокупность всех видов природных ресурсов на определенной территории, характеризуется их разнообразием и доступностью.

Природные ресурсы — объекты и силы природы, которые на данном уровне развития производительных сил и изученности могут быть использованы для удовлетворения потребностей общества.

Природопользование — научная дисциплина, изучающая совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению.

Продуценты — организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических с использованием внешних источников энергии. Это автотрофы, к которым относят фототрофов (растения, синезелёные водоросли, фотосинтезирующие бактерии), а также хемотрофов (нитрифицирующие, железо- и серобактерии).

Регенерирующий город (экополис) — экологически устойчивый город с нулевым загрязнением, в котором человеческие и природные популяции живут в гармоничном равновесии.

Редуценты — организмы, использующие в качестве пищи органическое вещество, подвергая его деструкции и минерализации (сапротрофные бактерии и грибы).

Ресурсный цикл — обмен веществ между обществом и природой, включающий извлечение естественных ресурсов из природной среды, вовлечение их в хозяйственный оборот с последующей утилизацией, а также возвращение трансформированной природной субстанции в окружающую среду.

Римский клуб — международная неправительственная организация, созданная А. Печчеи в 1968 г. с целью обсуждения и анализа перспектив развития человечества. Форма работы — доклады, которые положили начало формированию *теории мирового развития*.

Смог — концентрированное загрязнение приземных слоёв атмосферы (аэрозоль) в крупных городах, возникающее при инверсиях температуры и недостаточной турбулентности воздуха. Влажный смог *лондонского типа* представляет собой смесь тумана с дымом и диоксидом серы (SO₂). Сухой смог *лос-анджелесского типа* возникает в результате фотохимических реакций, без тумана.

Современная экология — фундаментальная наука о природе, является комплексной и объединяет знания основ нескольких классических естественных наук (биология, химия, геология, физика), тесно связана с техническими науками, а также с экономикой,

социологией, правом (экологическое, международное), педагогикой и психологией.

Социоэкосистема (система «человек – общество – природа») — основное понятие социальной экологии, в котором обозначается взаимодействие общества и природы («место развития») как единого целостного комплекса.

Среда обитания — совокупность всех окружающих организм элементов и условий, влияющих на организм, в той части пространства, где он обитает.

Техногенные почвы — почвы, находящиеся в сфере влияния промышленных предприятий, прежде всего, топливно-энергетического комплекса и горнодобывающей промышленности.

Технологический уклад (волна) — совокупность технологий, характерных для определенного уровня развития производства. В связи с научным и технико-технологическим прогрессом происходит переход от более низких укладов к более высоким, прогрессивным.

Транспортная система — технологическое единство транспортных составляющих внутри отдельно взятой отрасли транспорта, которое включает в себя транспортную сеть всех видов транспорта, подвижные транспортные средства, трудовые ресурсы транспорта и систему управления всеми видами транспорта.

Транспортный комплекс — совокупность отраслей хозяйства, предназначенных для транспортировки грузов и пассажиров.

Углеродная (карбоновая) единица — это квота на выброс парниковых газов, эквивалентная одной тонне углекислого газа. Углеродные единицы, подтверждающие сокращение выбросов, называют углеродными кредитами (оффетами). Углеродные единицы, подтверждающие право на выбросы в рамках квоты — разрешениями.

Углеродный (карбоновый) след — совокупность прямых и косвенных газообразных выбросов (парниковых газов), имеющих отношение к изменению климата и связанных с производственной и потребительской деятельностью человека.

Универсальный эволюционизм — научный подход, основанный на положениях современной физики; принцип, обеспечивающий экстраполяцию эволюционных идей, получивших обоснование в биологии, на все сферы действительности. Представляет собой соединение идей эволюции с идеями системного подхода.

Урбанизация — процесс роста городов и связанные с ним изменения биосферы; процесс концентрации производства, научных и культурных объектов, учебных заведений, создающий предпосылки для роста культуры, улучшения быта, занятости, снабжения и улучшения медицинского обслуживания.

Устойчивое развитие — модель развития общества, при которой достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения людей без лишения такой возможности будущих поколений.

Устойчивое сельское хозяйство — система, в которой сельскохозяйственные продукты производятся с использованием таких сельскохозяйственных технологий и методов, которые сохраняют природные, в том числе и невозобновляемые, ресурсы, обеспечивают при этом социальную, экономическую и экологическую преемственность системы в долгосрочной перспективе.

Человек — субъект общественно-исторического процесса, развития материальной и духовной культуры на Земле, биосоциальное существо, генетически связанное с другими формами жизни, но выделившееся из них благодаря способности производить орудия труда, обладающее членораздельной речью и сознанием, творческой активностью и нравственным самосознанием.

Шумовое (акустическое) загрязнение — раздражающий шум антропогенного происхождения, нарушающий жизнедеятельность живых организмов и человека.

Эвтрофикация — антропогенное загрязнение водоёмов в результате увеличения концентрации биогенных элементов (фосфора и азота) и уменьшения содержания в воде кислорода, которое сопровождается её помутнением, замором рыбы, гибелью других организмов.

Экологическая культура — высшая стадия экологизации общественного сознания, наследуемый опыт жизнедеятельности человека в его взаимодействии с природной средой, способствующий здоровому образу жизни, устойчивому социально-экономическому развитию, экологической безопасности страны и каждого человека.

Экологическая политика — это совокупность мер, используемых для обеспечения долгосрочной экологической безопасности с учётом экономических возможностей и социальных потребностей общества. Различают глобальную, государственную, территориальную (муниципальную) и локальную области в сфере реализации экологической политики.

Экологический кризис современности — напряжённое состояние между обществом и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в обществе ресурсно-экономическим возможностям биосферы, что приводит к обострению глобальных проблем.

Экологический фактор — это любой элемент окружающей среды, способный прямо или косвенно влиять на живой организм, хотя бы на одном из этапов его онтогенеза. Факторы подразделяют на абиотические и биотические.

Экологическое (зелёное) строительство — практика строительства зданий с использованием экологически чистых материалов и технологий; развитие и внедрение экологических инновационных решений в строительной индустрии.

Экологическое (природоохранное) движение — общественная активность значительных масс людей, направленная на защиту экологических прав граждан, а также на охрану природы.

Экологическое воспитание — обучение экологическим нормам на практике в процессе развития личности на основе подражания экологически взвешенным установкам и поведению в обществе.

Экологическое образование — непрерывный процесс обучения, самообразования, накопления опыта и развития личности, направленный на формирование ценностных ориентаций, норм поведения и получение специальных знаний по охране окружающей природной среды и природопользованию, реализуемых в экологически грамотной деятельности.

Экологическое просвещение — распространение экологических знаний и опыта, способствующих формированию экологической культуры.

Экология — наука, изучающая взаимоотношения живых организмов между собой и со средой обитания, а также закономерности изменения организмов и их сообществ под влиянием природных и антропогенных факторов.

Экоцентризм — тип экологического сознания, для него характерно: гармоничное развитие человека и природы; отказ от иерархической картины мира; цель взаимодействия с природой — максимальное удовлетворение как потребностей человека, так и потребностей всего природного сообщества; *экологический императив* (правильно и разрешено только то, что не нарушает существующее в природе экологическое равновесие); этические нормы и правила распространяются как на людей, так и на взаимодействие с миром природы; развитие человека и природы мыслится как процесс взаимовыгодного единства.

Эрозия — разрушение водой и ветром распаханного плодородного слоя земель, смыв или развеивание частиц почвы и перенос их в новые места.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. *Ветошкин, А. Г.* Основы инженерной защиты окружающей среды : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 460 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86614.html>
2. *Глобальные проблемы и общечеловеческие ценности : [сборник] : пер. с англ. и фр. / сост. Л. И. Василенко, В. Е. Ермолаева ; ввод. ст. Ю. А. Шрейдера.* — Москва : Прогресс, 1990. — 495 с.
3. *Ердаков, Л. Н.* Человек в биосфере : учебное пособие / Л. Н. Ердаков. — Москва : ИНФРА-М, 2013. — 206 с.
4. *Коробкин, В. И.* Экология : учебник [для вузов] / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. — Ростов н/Д : Феникс, 2009. — 602 с.
5. *Марфенин, Н. Н.* Устойчивое развитие человечества : учебник / Н. Н. Марфенин. — Москва : Изд-во МГУ, 2006. — 624 с.
6. *Найденко, В. В.* Глобальные эколого-экономические проблемы : учебное пособие / В. В. Найденко, Л. Н. Губанов, Е. Н. Петрова. — Н. Новгород, 2002. — 294 с.
7. *Николайкин, Н. И.* Экология : учебник [для вузов] / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелихова. — Москва : Дрофа, 2009. — 622 с.
8. *Орлов, А. И.* Проблемы управления экологической безопасностью : учебное пособие / А. И. Орлов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 224 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117039.html>
9. *Папа, О. М.* Социальная экология : учебное пособие / О. М. Папа. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко» ; Ростов н/Д : Наука-Спектр, 2013. — 176 с.
10. *Пономарёва, И. Н.* Общая экология : учебное пособие / И. Н. Пономарёва, В. П. Соломин, О. А. Корнилова. — Ростов н/Д : Феникс, 2009. — 538 с.
11. *Пузанова, Т. А.* Экология : учебник [для студ. учреждений высш. образования] / Т. А. Пузанова. — Москва : Издательский центр «Академия», 2014. — 272 с.
12. *Реймерс, Н. Ф.* Экология (теория, законы, правила принципы и гипотезы) / Н. Ф. Реймерс. — Москва : Россия молодая, 1994. — 367 с.
13. *Ситаров, В. А.* Социальная экология : учебник [для бакалавров] / В. А. Ситаров, В. В. Пустовойтов. — Изд-во Юрайт, 2013. — 517 с.

14. Суздалева, А. Л. Экология с основами геоэкологии : учебное пособие [по всем направлениям бакалавриата и специалитета, реализуемым НИУ МГСУ] / А. Л. Суздалева, В. А. Курочкина, О. К. Криночкина. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2021. — 120 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/110340.html>
15. Хван, Т. А. Экология. Основы рационального природопользования : учебное пособие / Т. А. Хван, М. В. Шинкина. — Москва : Изд-во Юрайт, 2011. — 319 с.

Дополнительная

1. Абрашкина, Е. Д. Агропромышленный комплекс России: *Agriculture 4.0*. В 2-х т. Т. 2. Современные технологии в агропромышленном комплексе России и зарубежных стран. Сельское хозяйство 4.0. Цифровизация АПК : монография / Е. Д. Абрашкина, Ю. И. Агирбов, О. П. Андреев [и др.] ; под ред. Л. И. Хоружий, Ю. Н. Каткова, О. Г. Каратаевой. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 379 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/110564.html>
2. Алексеев, В. П. Становление человечества / В. П. Алексеев. — Москва : Политиздат, 1984. — 462 с.
3. Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. М. С. Гиляров ; Редкол.: А. А. Баев, Г. Г. Винберг, Г. А. Заварзин [и др.]. — 2-е изд., исправл. — Москва : Сов. энциклопедия, 1989 — 864 с.
4. Боголюбов, С. А. Актуальные проблемы экологического права : учебник [для магистров] / С. А. Боголюбов. — Москва : Изд-во Юрайт, 2011. — 607 с.
5. Бочкарёв, А. И. Концепции современного естествознания : учебное пособие / А. И. Бочкарёв, Т. С. Бочкарёва, С. В. Саксонов. — Москва : Изд-во «КНОРУС», 2013. — 314 с.
6. Василенко, Т. А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов : учебное пособие / Т. А. Василенко, С. В. Свергузова. — Москва : Инфра-Инженерия, 2019. — 264 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86622.html>
7. Введение в философию : учебное пособие [для вузов] / Авт. колл. : И. Т. Фролов [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Республика, 2003. — 623 с.
8. Вернадский, В. И. Научная мысль как планетарное явление / В. И. Вернадский / отв. ред. А. Л. Яншин. — Москва : Наука, 1991. — 270 с.
9. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — Москва : Инфра-

- Инженерия, 2019. — 416 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86589.html>
10. *Ветошкин, А. Г.* Инженерная защита окружающей среды от вредных примесей : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — Москва : Инфра-Инженерия, 2019. — 416 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86590.html>
 11. *Высоцкий, С. П.* Экологический мониторинг породных отвалов горнопромышленных агломераций / С. П. Высоцкий, Д. А. Козырь // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2021. — Т. 332, № 11. — С. 37–46. — DOI 10.18799/24131830/2021/11/2964.
 12. *Гизатулин, Р. Х.* Экологическая функция государства : теория и практика реализации : монография / Р. Х. Гизатулин / под ред. М. М. Бринчука. — Москва : Юрлитинформ, 2014. — 312 с.
 13. *Глобальные проблемы и общечеловеческие ценности : [сборник] :* пер. с англ. и фр. / сост. Л. И. Василенко, В. Е. Ермолаева ; ввод. ст. Ю. А. Шрейдера. — Москва : Прогресс, 1990. — 495 с.
 14. *Голуб, А. А.* Экономика природопользования / А. А. Голуб, Е. Б. Струкова. — Москва : Аспект Пресс, 2001. — 188 с.
 15. *Гумилёв, Л. Н.* Биосфера и импульсы сознания / Л. Н. Гумилёв // Природа. — 1978. — № 12. — С. 97–105.
 16. *Евдокимов, А. Ю.* Русская цивилизация : экологический аспект / А. Ю. Евдокимов / отв. ред. О. А. Платонов. — Москва : Институт русской цивилизации, 2012. — 672 с.
 17. *Канке, В. А.* История, философия и методология естественных наук : учебник [для магистров] / В. А. Канке. — Москва : Изд-во Юрайт, 2014. — 505 с.
 18. *Клюев, Н. Н.* Российские национальные экологические интересы / Н. Н. Клюев ; Институт географии РАН. — Москва, 1996. — 56 с.
 19. *Концепции современного естествознания : учебник [для студентов вузов] :* под ред. В. Н. Лавриненко, В. П. Ратникова. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2013. — 319 с.
 20. *Ларичкин, В. В.* Методики инженерной защиты окружающей среды : учебное пособие / В. В. Ларичкин, И. А. Сажин, В. Г. Ларионов. — 2-е изд. — Москва : Дашков и К, 2021. — 240 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/107807.html>
 21. *Латышенко, К. П.* Методы и приборы контроля качества среды : учебное пособие / К. П. Латышенко. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 437 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/79645.html>
 22. *Лебедева, Н. В.* Биологическое разнообразие : учебное пособие / Н. В. Лебедева, Н. Н. Дроздов, Д. А. Кривоуцкий. — Москва :

- Гуманитарный изд. центр ВЛАДОС, 2004. — 432 с.
23. *Леви-Брюль, Л.* Сверхъестественное в первобытном мышлении / Л. Леви-Брюль. — Москва : Педагогика-Пресс, 1994. — 608 с.
 24. *Мазуров, Г. И.* Учение об атмосфере : учебное пособие / Г. И. Мазуров, В. И. Акселевич, А. Р. Иошпа. — Ростов н/Д, Таганрог : Изд-во Южного федерального университета, 2019. — 132 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87771>.
 25. *Марахов, В. Г.* Социальная философия : курс лекций / В. Г. Марахов. — С.-Петербург : СПбГУ, ВВМ, 2009. — 419 с.
 26. *Международное экологическое право : учебник* / отв. ред. Р. М. Валеев. — Москва : Статут, 2012. — 639 с.
 27. *Молекулярная биотехнология. Принципы и применение* / Б. Глик, Дж. Пастернак ; пер. с англ. — Москва : Мир, 2002. — 589 с.
 28. *Найдыш, В. М.* Концепции современного естествознания : учебник / В. М. Найдыш. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва : Альфа-М; ИНФРА-М, 2005. — 622 с.
 29. *Применение законодательства об охране окружающей среды : действенные методы на примере стран Африки, Центральной Азии, АСЕАН и Китая* / Справочные материалы — ЮНЕП, 2014. — URL: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9968/enforcement-environmental-laws-RU.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
 30. *Прохоров, Б. Б.* Социальная экология : учебник [для студ. учреждений высш. проф. образования] / Б. Б. Прохоров. — Москва : Изд. центр «Академия», 2012. — 432 с.
 31. *Реймерс, Н. Ф.* Экология (теория, законы, правила принципы и гипотезы) / Н. Ф. Реймерс. — Москва : Журнал «Россия молодая», 1994. — 367 с.
 32. *Русский космизм : Антология филос. мысли* / сост. и предисл. С. Г. Семеновой, А. Г. Гачёвой. — Москва : Педагогика-пресс, 1993. — 368 с.
 33. *Рьюз, М.* Философия биологии / М. Рьюз. — Москва : Прогресс, 1977. — 320 с.
 34. *Саган, К.* Космос : Эволюция Вселенной, жизни и цивилизации / К. Саган ; пер. с англ. А. Сергеева. — СПб. : Амфора ; ТИД Амфора, 2005. — 525 с.
 35. *Степанова, Н. А.* An Introduction to Environmental Awareness = Знакомство с основными проблемами охраны окружающей среды / Н. А. Степанова. — Санкт-Петербург : Антология, 2021. — 128 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/104010.html>
 36. *Сытников, Д. М.* Биотехнология микроорганизмов азотфиксаторов и перспективы применения препаратов на их основе /

- Д. М. Сытников // *Biotechnologia Acta*. — 2012. — Т. 5, № 4. — С. 34–45.
37. *Тейяр де Шарден, П.* Феномен человека / П. Тейяр де Шарден. — Москва : Наука, 1987. — 240 с.
 38. *Теория и методология географической науки : учебник [для бакалавриата и магистратуры] / М. М. Голубчик [и др.] ; под ред. С. П. Евдокимова, С. В. Макара, А. М. Носонова.* — Москва : Юрайт, 2019. — 409 с.
 39. *Химический энциклопедический словарь / гл. ред. И. Л. Кнунянц.* — Москва : Сов. энциклопедия, 1983. — 792 с.
 40. *Циолковский, К. Э.* Очерки о Вселенной / К. Э. Циолковский. — Москва : ПАИМС, 1992. — 256 с.
 41. *Чижевский, А. Л.* Земное эхо солнечных бурь / А. Л. Чижевский. — Москва : Мысль. — 1976. — 368 с.
 42. *Шаповалов, В. В.* Ресурсосберегающая технология утилизации породных отвалов горнодобывающих производств / В. В. Шаповалов, Д. А. Козырь // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов.* — 2023. — Т. 334, № 4. — С. 175–184. — DOI 10.18799/24131830/2023/4/3965.
 43. *Шубин, А. В.* Экологическое движение в СССР и вышедших из него странах : (вступительная статья) / А. В. Шубин // *Экологические организации на территории бывшего СССР : Справочник.* — Москва : РАУ-Пресс, 1992. — 158 с.
 44. *Эволюционная и историческая антропология.* / Отв. ред. В. С. Преображенский, Т. И. Алексеева, Л. С. Белоконов. — Москва : Наука, 1994. — 209 с.
 45. *Экологический энциклопедический словарь.* — Москва : Изд. дом «Ноосфера», 1999. — 930 с.

Электронная библиотека

1. *Всероссийский Экологический портал : [сайт].* — 2002–2024. — URL: <http://ecoportal.su/> (дата обращения: 09.09.2024).
2. *ООН. Декларации. Окружающая среда : официальный сайт.* — URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/decl_environment.shtml (дата обращения: 09.09.2024).
3. *Наука и жизнь : портал журнала : [сайт].* — Москва, 2005–2024. — URL: <https://nkj.ru> (дата обращения: 09.09.2024).
4. *Naked Science (Обнажённая наука) — новости науки : сетевое издание [сайт].* — Москва, 2023. — URL: <https://naked-science.ru> (дата обращения: 09.09.2024).

5. *Международный Социально-экологический Союз* : [сайт]. — Москва, 2024. — URL : <http://seu.ru> (дата обращения: 09.09.2024).
6. *Минприроды России* : официальный сайт. — Москва, 2024. — URL: <https://www.mnr.gov.ru> (дата обращения: 09.09.2024).
7. *Элементы большой науки* : популярный сайт о фундаментальной науке. — 2005–2024. — URL: <https://elementy.ru> (дата обращения: 09.09.2024).
8. *Вокруг света* : первый познавательный портал : [сайт]. — Москва, 2024. — URL: <http://www.vokrugsveta.ru> (дата обращения: 09.09.2024).
9. *Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП)* : [сайт]. — 2010. — URL: <http://www.un.org/ru/ga/unep/> (дата обращения: 09.09.2024).
10. *Biosphere 2* : [сайт]. — Оракул (Аризона), 2024. — URL: <http://biosphere2.org> (дата обращения: 09.09.2024).
11. *Римский клуб* : [сайт]. — Винтертур (Швейцария), 2024. — URL: <http://www.clubofrome.org> (дата обращения: 09.09.2024).
12. *Экокультура* : [сайт]. — 2007–2024. — URL: <https://ecoculture.ru/> (дата обращения: 09.09.2024).
13. *Электронная экологическая библиотека* : [сайт]. — URL: <http://ecology.aonb.ru/> (дата обращения: 09.09.2024).
14. *Эколог* (книги, новости, статьи): [сайт]. — URL: <https://ekolog.org/books/> (дата обращения: 09.09.2024).
15. *Электронный архив В. И. Вернадского* : [сайт]. — 1999–2007. — URL: <http://vernadsky.lib.ru> (дата обращения: 09.09.2024).
16. *Научная Россия* : электронное периодическое издание : [сайт]. — Москва, 2012–2024. — URL: <https://scientificrussia.ru> (дата обращения: 09.09.2024).

Учебное издание

**Козырь Дмитрий Александрович
Сытников Денис Михайлович**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ЭКОЛОГИИ
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Учебное пособие

В авторской редакции

ISBN 978-5-6051995-9-5



Подписано в печать 08.11.2024 г.

Изд. № 18/2024. Зак. 29/2024. Тираж 300 экз.

Объем 16 п.л. Усл. печ. л. 14,88. Уч. изд. л. 15,68.

Формат бумаги 60 x 84 1/16

Издательский центр ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» 299015 г. Севастополь, ул. Курчатова, 7