Сочинский Государственный Университет
туризма и курортного дела

В. И. А н и с и м о в
Н. А. Б и т ю к о в

Основы экологии

(Учебное пособие по курсу общей экологии)

Рекомендовано Ученым Советом
Сочинского Государственного Университета
туризма и курортного дела

Сочи 2005 г.

ББК-20.1

Авторы:

Анисимов Валерий Иванович, кандидат географических наук, заведующий кафедрой рекреационных ресурсов, географии и краеведения Сочинского госуниверситета туризма и курортного дела.

Битюков Николай Александрович, доктор биологических наук, кандидат географических наук, заслуженный деятель науки Кубани, главный научный сотрудник НИИ горного лесоводства и экологии леса, профессор кафедры рекреационных ресурсов, географии и краеведения Сочинского госуниверситета туризма и курортного дела.

Дрейзис Юрий Измайлович, кандидат технических наук, проректор Сочинского государственного университета туризма и курортного дела (лекции 14 и 15).

- Сочи, 2005, - 440 с.

Рецензенты:

Комин Г.Е., доктор биологических наук, главный научный сотрудник НИИ горного лесоводства и экологии леса, заслуженный лесовод Российской Федерации.

Придня М.В., доктор биологических наук, профессор Сочинского государственного университета туризма и курортного дела, акад. РЭА, заслуженный деятель науки Кубани, заслуженный лесовод РФ.

Оноприенко М.Г., кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной экологии, общей и неорганической химии СГУТиКД.

Цикл лекций по «Основам экологии» представляет собой учебное пособие по данной дисциплине, содержит необходимые базовые экологические понятия, формирующие у молодого поколения людей представление о биосфере, месте в ней человека, о глобальных проблемах окружающей среды, об экологических законах и правилах, об основах природопользования и т.д.

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и рассчитано для студентов вузов очной и заочной формы обучения, а также для всех интересующихся вопросами общей экологии.

Оглавление

	Введение …….....	**4**
Лекция 1.	Экология как наука. Взаимосвязь экологии с другими науками. Задачи и структура экологии ……..	**11**
Лекция 2.	Основные понятия экологии. Организм и среда …….	**26**
Лекция 3.	Экологические системы. Биогеоценозы. Биосфера ……..	**49**
Лекция 4.	Основные экологические законы и правила ……..	**80**
Лекция 5.	Энергия и информация в экологических системах ……	**103**
Лекция 6.	Пищевые цепи. Биогеохимические круговороты. Иерархия живых систем ……..	**132**
Лекция 7.	Экологическая география. Природные ресурсы …….	**158**
Лекция 8.	Рекреационная география. Рекреационные ресурсы и экология …….	**185**
Лекция 9.	Учение о ноосфере. Нообиогеоценозы. Основы инженерной экологии ……	**209**
Лекция 10.	Экология человека. Человек как биологический вид. Биосоциальная сущность человека …….	**232**
Лекция 11.	Основы социальной экологии. Экология, экономика, политика ……	**265**
Лекция 12.	Экологические кризисы, их структура и причины ……	**289**
Лекция 13.	Экологические основы природопользования. Концепция устойчивого развития общества ……..	**317**
Лекция 14.	Использование информационных технологий в экологическом менеджменте …….	**346**
Лекция 15.	Моделирование в инженерной экологии	**376**
	Заключение	**401**
	Экологические термины и определения …….	**409**
	Список литературы	**427**

ВВЕДЕНИЕ.

Экологическая обстановка в России не улучшается и продолжает быть катастрофической. Поэтому своевременно и крайне актуально снабжение молодых людей необходимыми экологическими знаниями, включая глобальные экологические проблемы и прогнозы развития человечества в связи с современным экологическим кризисом.

Понимание современной экологической ситуации и ее драматических проблем порождает озабоченность, тревогу, желание активно участвовать в ее исправлении, в спасении земной цивилизации и своего дома.

Гражданская экологическая позиция должна начинаться с получения экологических знаний, формирования глобального мироощущения, связывающего планетарные проблемы с местными, позволяющего понять место человека в окружающей их среде. Естественнонаучный подход просто необходим для людей всех специальностей и профессий, направлений и возрастов. Но этим дело сегодня не должно ограничиваться.

Экологический порядок должны обеспечивать экономические стимулы и правовые требования, которыми овладевают граждане и общество. В Конституции Российской Федерации высшей ценностью провозглашены права и интересы личности, гражданина, затем следуют интересы общества и лишь потом — интересы государства, которое в принципе должно обслуживать и защищать первых. Понятно, что декларировать такое изменение ценностей оказалось гораздо проще, чем реально осуществить этот поворот на практике, в жизни.

Юридически грамотная позиция каждого гражданина в защите окружающей среды оказывается сегодня весьма важной не только для экологии, но и для строительства в нашей стране действительно демократического, правового общества, формирования цивилизованного государства.

Экология является естественнонаучной дисциплиной, рассматривающей принципы организации и устойчивости экосистем и биосферы в целом, а также основные законы жизни природы. Целью введения в образовательные программы высшей школы дисциплины

"Экология" является повышение экологической грамотности, весьма актуальное в период экологического кризиса. В плане становления научного мировоззрения студентов программа призвана способствовать формированию представлений о человеке как о части природы, о единстве и самоценности всего живого и невозможности выживания человечества без сохранения биосферы.

Целью усвоения экологии является обучение грамотному восприятию явлений, связанных с жизнью человека в природной среде, в том числе и с его профессиональной деятельностью. Связь курса с будущей профессией студентов предполагается во включении в программу одной - двух лекций и семинаров, посвященных экологическим проблемам, связанных с профилем направления.

Ниже приводится программа по дисциплине **"Экология",** составленная в соответствии с государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по гуманитарным направлениям и рекомендована *Министерством образования Российской Федерации* для подготовки специалистов техники и технологий. Особенность ее состоит в фундаментальном характере изложения, в формировании экологического мировоззрения и воспитании способности оценки своей профессиональной деятельности с точки зрения охраны биосферы. В соответствии с Требованиями (федеральный компонент) к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки дипломированного специалиста по циклу "Общие математические и естественнонаучные дисциплины", утвержденными 21.02.2000 г. Минобразованием России (п. 4.6), при подготовке специалистов, обучающихся на соответствующих специальностях высшего профессионального образования, далее изложены стандартные положения, разработанные в МГУ в качестве обязательных.

В целом курс носит мировоззренческий характер и построен таким образом, чтобы вводить необходимые базовые естественнонаучные понятия для создания представлений о биосфере, месте в ней человека и проблем, связанных с природопользованием и защитой окружающей среды.

После завершения курса студенты должны иметь представление о структуре экосистем и биосферы, основных понятиях и законах эко-

логии, эволюции биосферы, взаимоотношениях организма и среды, влиянии факторов среды на здоровье человека, о глобальных проблемах окружающей среды, экологических принципах использования природных ресурсов и охраны природы, об основах рационального природопользования, элементах экозащитной техники и технологий, основах экологического права и профессиональной ответственности.

Студенты должны иметь представление о подходах к моделированию и оценке состояния экосистем и уметь прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности с точки зрения биосферных процессов.

Курс "Экология" рассчитан на 75 часов лекционных и семинарских занятий. В самостоятельную работу студентов входит освоение теоретического материала и подготовка к аудиторным занятиям.

Ниже приводится наиболее полная программа изучения общей экологии. Однако, ввиду ограниченности объема методического пособия, в содержание курса включены только основные темы, имея ввиду в случае необходимости дополнительное самостоятельное изучение студентами по другим учебникам (см. список литературных источников).

Общая программа

Место экологии в системе естественных наук*. Современное понимание экологии как науки об экосистемах и биосфере. Введение термина "Экология" Эрнстом Геккелем для обозначения науки о взаимоотношениях организмов между собой и с окружающей средой. Формирование облика биосферы в процессе жизнедеятельности организмов, взаимодействия биоты и косного вещества: состав воздуха, воды, происхождение почвы, их биотическая регуляция.*

Проблемы, связанные с антропогенным воздействием на биосферу. Экологический кризис. Связь состояния природной среды с социальными процессами. Значение экологического образования и воспитания. Необходимость формирования правовых и этических норм отношения человека к природе. Экологическое мировоззрение.

Взаимодействие организма и среды. *Фундаментальные свойства живых систем. Уровни биологической организации. Организм как дискретная самовоспроизводящаяся открытая система, связанная со средой обменом вещества, энергии и информации.*

***Разнообразие организмов**. Источники энергии для организмов. Автотрофы и гетеротрофы. Фотосинтез и дыхание: кислород атмосферы как продукт фотосинтеза. Основные группы фотосинтезирующих организмов (планктонные цианобактерии и водоросли в морях и высшие растения на суше). Хемосинтез, жизнь в анаэробных условиях. Основные группы гетеротрофов (бактерии, грибы, животные). Трофические отношения между организмами: продуценты, консументы и редуценты.*

***Гомеостаз** (сохранение постоянства внутренней среды организма); принципы регуляции жизненных функций. Возможности адаптации организмов к изменениям условий среды. Толерантность и резистентность. Экологическая валентность. Типы и уровни адаптации, ее генетические пределы. Эврибионты и стенобионты. Принципы воспроизведения и развития различных организмов. Особенности зависимости организма от среды на разных стадиях жизненного цикла. Критические периоды развития. Энергетика и рост организма.*

***Условия и ресурсы среды.** Представление о физико-химической среде обитания организмов; особенности водной, почвенной и воздушной сред. Абиотические и биотические факторы. Экологическое значение основных абиотических факторов: тепла, освещенности, влажности, солености, концентрации биогенных элементов. Заменимые и незаменимые ресурсы. Сигнальное значение абиотических факторов. Суточная и сезонная цикличность.*

***Лимитирующие факторы**. Правило Либиха, закон Шелфорда. Взаимодействие экологических факторов. Распределение отдельных видов по градиенту условий. Представление об экологической нише; потенциальная и реализованная ниша. Биотестирование и биоиндикация как методы контроля качества среды. Стресс как экологический фактор.*

***Популяции.** Определение понятий "биологический вид" и "популяция". Иерархическая структура популяций; расселение организмов и межпопуляционные связи. Популяция как элемент экосистемы.*

***Статические характеристики популяции**: численность, плотность, возрастной и половой состав. Биомасса и способы ее выражения: сырой и сухой вес, энергетический эквивалент. Методы оценки численности и плотности популяции. Характер пространственного размещения особей и его выявление. Случайное, равномерное и агрегированное распределение. Механизмы поддержания пространственной структуры. Территориальность. Скопления животных и растений, причины их возникновения. Регуляция численности популяций в природе.*

***Динамические характеристики популяции**: рождаемость, смертность, скорость популяционного роста. Таблицы и кривые выживания. Характер распределения смертности по возрастам в разных группах животных и растений. Экспоненциальная и логистическая модели роста популяции. Специфическая скорость роста популяции, "плотность насыщения" как показатель емкости среды, чистая скорость размножения. Динамика биомассы. Понятие о биопродуктивности.*

***Сообщества.** Биоценозы (сообщества), их таксономический состав и функциональная структура. Типы взаимоотношений между организмами: симбиоз, мутуализм, комменсализм, конкуренция, биотрофия. Межвидовая конкуренция. Эксплуатация и интерференция. Принцип конкурентного исключения. Условия сосуществования конкурирующих видов. Конкуренция и распространение видов в природе. Отношения "хищник - жертва". Сопряженные колебания численности хищника и жертвы. Сопряженная эволюция.*

Видовое разнообразие как специфическая характеристика сообщества. Динамика сообществ во времени. Циклические и необратимые процессы. Сериальные и климаксовые сообщества.

***Экосистемы.** Определение понятия "экосистема". Экосистемы как хорологические единицы биосферы. Составные компоненты экосистем, основные факторы, обеспечивающие их существование. Развитие экосистем: сукцессия.*

Основные этапы использования вещества и энергии в экосистемах. Трофические уровни. Первичная продукция - продукция автотрофных организмов. Значение фото- и хемосинтеза. Чистая и валовая продукция. Траты на дыхание. Основные методы оценки первичной продукции. Деструкция органического вещества в экосистеме. Биотрофы и сапротрофы. Пищевые цепи "выедания" (пастбищные) и пищевые цепи "разложения" (детритные). Потери энергии при переходе с одного трофического уровня на другой. Экологическая эффективность; "Пирамида продукций" и "пирамида биомасс". Микро- и макроредуценты.

***Климатическая зональность** и основные типы наземных экосистем. Тундры, болота, тайга, смешанные и широколиственные леса умеренной зоны, степи, тропические влажные леса, пустыни. Первичная продукция разных наземных экосистем. Взаимосвязи разных компонентов наземных экосистем. Значение почвы как особого биокосного тела. Полнота биотического круговорота. Особенности сукцессии наземных экосистем.*

***Водные экосистемы и их основные особенности**. Отличия водных экосистем от наземных. Планктон, бентос, нектон. Основные груп-*

пы продуцентов в водной среде: фитопланктон, макрофиты, перифитон. Роль зоопланктона и бактерий в минерализации органического вещества. Детрит. Вертикальная структура водных экосистем. Континентальные водоемы: реки, озера, водохранилища, эстуарии. Олиготрофные и эвтрофные водоемы. Антропогенное эвтрофирование водоемов. Биологическая структура океана. Неритические и пелагические области. Зоны подъема вод. Интенсивность первичного продуцирования в различных частях Мирового океана.

Емкость и устойчивость экосистем. Экологическое равновесие. Разнообразие видов как основной фактор устойчивости экосистем.

Биосфера. *Происхождение и строение Земли, ее оболочки, их структура, взаимосвязь, динамика. Природные ландшафты. Биосфера. Структура и границы биосферы. Роль В.И. Вернадского в формировании современного понятия о биосфере. Живое и косное вещество, их взаимопроникновение и перерождение в круговоротах вещества и энергии. Функциональная целостность биосферы.*

Почва как компонент биосферы*. Происхождение и классификация почв. Разнообразие состава и свойств почв как результат функционирования экосистем и условие их устойчивости.*

Энергетический баланс биосферы*. Круговорот важнейших химических элементов в биосфере. Преобразующее влияние живого на среду обитания. Эффект самоочищения. Обменные процессы в организмах как ключевой этап биопродуктивности. Биогеохимические функции разных групп организмов. Биоразнообразие как ресурс биосферы. Первичная продукция суши и океана. Потенциальная продуктивность Земли. Распределение солнечной радиации на поверхности Земли. Роль атмосферы в удержании тепла. Атмосфера Земли в сравнении с атмосферами других планет.*

Основные этапы эволюции биосферы*. Представления о ноосфере (В.И. Вернадский). Нелинейная динамика биосферных процессов. Системный анализ, математические модели, экологическое прогнозирование.*

Человек в биосфере. *Человек как биологический вид. Его экологическая ниша. Экотипы. Гомеостаз и адаптация. Онтогенез человека и его критические периоды. Среда обитания человека, разнообразие условий. Экологические факторы и здоровье человека. Экопатологии. Базовые потребности и качество жизни. Стресс и тренировка. Генетика человека и генетический груз. Условия воспроизведения здорового потомства. Основные мишени и эффекты агрессивного воздействия окружающей среды на здоровье человека. Жизнь в агро- и урбо-экосистемах;*

жизнь в экстремальных условиях. Экология человечества. Демографические показатели здоровья населения. Качество жизни, экологический риск и безопасность.

Преднамеренное и непреднамеренное, прямое и косвенное воздействие человека на природу. Экологический кризис. Ограниченность ресурсов и загрязнение среды как факторы, лимитирующие развитие человечества.

Глобальные экологические проблемы. *Рост народонаселения, научно-технический прогресс и природа в современную эпоху. Охрана биосферы как одна из важнейших современных задач человечества. Виды и особенности антропогенно обусловленного биосферного процесса. Агроэкосистемы, их основные особенности. Особенности охраны чистоты атмосферного воздуха, водных ресурсов. почвы, растительного и животного мира. Глобальное загрязнение биосферы, его масштабы, последствия и принципиальные пути борьбы с ним. "Зеленая революция" и ее последствия. Значение и экологическая роль применения удобрений и пестицидов. Формы и масштабы сельскохозяйственного загрязнения биосферы. Нехимические методы борьбы с видами, распространение и рост численности которых нежелательны для человека. Воздействие промышленности и транспорта на окружающую среду. Загрязнение биосферы токсическими и радиоактивными веществами. Основные пути миграции и накопления в биосфере радиоактивных изотопов и других веществ, опасных для человека, животных и растений. Опасность ядерных катастроф.*

Урбанизация и ее влияние на биосферу*. Город как новая среда обитания человека и животных. Пути решения проблем урбанизации. Охрана природы и рекультивация земель на территориях, интенсивно освоенных хозяйственной деятельностью. Отдых людей и охрана природы.*

Задача сохранения генофонда *живого населения и планеты. Изменения видового и популяционного состава фауны и флоры, вызванные деятельностью человека. Красные книги. Нарушение биогеографических границ. Интродукция - преднамеренная и случайная, ее последствия. Массовые вспышки численности интродуцированных и заносных видов.*

Значение невозделываемых и исключаемых из хозяйственного оборота земель для поддержания экологического равновесия в биосфере. Биосферные заповедники и другие охраняемые территории: основные принципы выделения, организации и использования. Специфическая ресурсная значимость охраняемых территорий. Заповедное дело в России. Состояние природной среды и здоровья населения России.

Прогноз влияния хозяйственной деятельности человека на био-

сферу. Методы контроля за качеством окружающей среды.

Экономика и правовые основы природопользования. *Проблемы использования и воспроизводства природных ресурсов, их связь с размещением производства. Эколого-экономическая сбалансированность регионов как государственная задача. Экономическое стимулирование природоохранной деятельности. Юридические и экономические санкции к производствам, загрязняющим среду. Правовые аспекты охраны природы. Законодательные акты СССР и России, современный закон Российской Федерации "Об охране окружающей природной среды". Международные соглашения об охране биосферы.*

Инженерная защита окружающей среды. *Отходы производства, их размещение, детоксикация и реутилизация. Проблемы и методы очистки промышленных воздействий на природу.*

Классификация природных ресурсов*; особенности использования и охраны почерпаемых (возобновимых, относительно возобновимых и невозобновимых) и неисчерпаемых ресурсов. Энергетика биосферы и природный лимит хозяйственной деятельности человека.*

Пищевые ресурсы человечества*. Проблемы питания и производства сельскохозяйственной продукции. Сельскохозяйственное производство как экологическая проблема. Оценка промышленных стоков и выбросов. Биотехнологические методы очистки и биологические методы контроля качества очистных мероприятий.*

Парниковый эффект. *Увеличение количества CO, метана, паров воды в атмосфере. Кислотные дожди и закисление почв. Опасность разрушения озонового слоя: роль фреонов, разрушение почв и уничтожение биологических видов хозяйственной деятельности. Бытовые отходы и проблемы их уничтожения и реутилизации. Борьба с химическими, радиационными, электромагнитными загрязнениями среды в различных техногенных экосистемах.*

Мероприятия по охране воздуха, воды, почвы *и сохранению биоразнообразия в условиях современного промышленного производства, агроэкосистем, урбаэкосистем.*

Экологические катастрофы и бедствия. Определение и прогноз экологического риска. Критерии кризиса и катастрофы.

Заключение. *Обсуждение возможности устойчивого развития. Экономические, эстетические и этические причины, побуждающие охранять природу. «Нелинейное» и «ноосферное» мышление, идеология биоцентризма как новая научная парадигма и путь к «устойчивому развитию» человечества. Переход от антропоцентризма к биоцентризму.*

Лекция 1.
ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА. ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКОЛОГИИ С ДРУГИМИ НАУКАМИ. ЗАДАЧИ И СТРУКТУРА ЭКОЛОГИИ

1.1. Что такое экология

1.2. Задачи экологии

1.3. Экология человека. Прикладная и промышленная экология

1.4. Инженерная экология. Объект и предмет исследования инженерной экологии

1.1. Что такое экология?

Жизнь на Земле неразрывно связано с определенными условиями среды (температура, влажность, состав воздуха, качество воды, состав пищи и другие). Эти требования вырабатывались в течение многих тысячелетий существования человека. Понятно, что при резком изменении этих факторов или отклонении от нормы, требуемой организму, возможны нарушение обмена веществ и как крайний случай - несовместимость с жизнью человека. Невозможно охранять природу, пользоваться ею, не зная как она устроена, по каким законам существует и развивается, как реагирует на воздействие человека. Все это и является предметом экологии.

Термин ***"экология"*** (буквально от греч. *oicos* - жилище, местопребывание, дом и *logos* - наука) был предложен немецким биологом Эрнстом Геккелем лишь в 1866 году. Так Геккель назвал *науку, изучающую организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: видов, популяций и их сообществ*. Первоначально этот термин применялся тогда, когда речь шла об изучении взаимосвязей между растительными и живыми сообществами, представляющими устойчивые и организованные системы, сложившиеся в процессе эволюции органического мира, и окружающей средой. Как научная дисциплина экология имеет более чем вековую историю. Систематические экологические исследования ведутся приблизительно с 1900 г. Основы экологии можно найти в научных трудах ученых прошлого века (Гумбольт, Ламарк, Северцев и др.). В развитие экологии значительный вклад внесли русские ученые Вавилов, Сукачев, Пав-

ловский, Шварц, Колесников и др. Особая заслуга принадлежит В. И. Вернадскому. Предмет и задачи экологии.

Впервые этот термин был употреблен на 8 лет ранее американским философом, писателем-романистом и натуралистом широкого профиля **Генри Дэвидом Торо** (1817-1862), главная книга которого "Жизнь в лесу" была переведена на многие языки, в том числе и на русский. Она навеяна идеями Жана Жака Руссо (1712-1778) и представляет идиллическое описание жизни человека в ненарушенных природных условиях.

Древнегреческое слово "ойкос" или "Эйкос" правильнее переводить как "местообитание". Г.Д.Торо в 1858 г. в одной из своих публицистических статей употребил слово "экология" в смысле "природоведение", считая, что природу надо изучать, потому что она, а не строение городов, является истинным домом для человечества.

Экология, по-видимому, одна из древнейших наук, она приобрела практическое значение еще на заре развития цивилизации. Интерес к среде своего обитания был свойственен человеку всегда. И это понятно, так как от качества этой среды зависело не только благополучие семьи, рода, племени, но и само его существование.

В средние века господство схоластики и богословия ослабило интерес к изучению природы. Однако в эпоху Возрождения, Ренессанса великие географические открытия снова возродили биологические исследования натуралистов. В XVII-XVIII вв. экологические сведения встречались в работах зоологов, путешествующих натуралистов.

Значительный вклад в экологическое мышление внесли труды русских зоологов **К.Ф.Рулье** (1814-1858), **Н.А.Северцова** (1827-1885) и многих других ученых. В начале XX столетия оформились и начали развиваться экологические школы ботаников, зоологов, гидробиологов и т.д. На III ботаническом конгрессе в Брюсселе в 1910 г. экология растений официально разделилась на экологию особей (аутэкология) и экологию сообществ (синэкология). Это деление распространилось на общую экологию и экологию животных.

В 1913-1920 гг. вышли экологические труды **В. Шелфорда, Ч. Адамса, С.А. Зернова** (1871-1945), организованы экологические на-

учные общества, журналы, экологию стали преподавать в университетах.

Труды многих выдающихся исследователей позволили создать совокупность знаний, идей, концепций, законов, которые являются фундаментом экологии. В 20-40-х годах прошлого столетия сложился понятийный аппарат, были выработаны основные методологические подходы.

Во второй половине XX века экология как наука развивается особенно бурно. Как отмечал академик **А.Л.Яншин**, даже вторая мировая война с ее колоссальными негативными последствиями не нарушила сложившегося в природе равновесия. Однако затем положение в корне изменилось. Начался бурный рост численности населения, причем росло число городских жителей. Это вызвало увеличение урбанизированных площадей, включая свалки, дороги, проселки и т.д., что привело к деградации природы, резко сократило ареалы распространения многих растений и животных из-за вырубки лесов, роста поголовья скота, применения гербицидов, пестицидов, удобрений. Возникла проблема захоронения ядерных отходов и много проблем, о которых будет сказано ниже.

В июне 1972 г. Организация Объединенных Наций созвала и провела в Стокгольме первое международное совещание по окружающей человека антропогенно измененной природной среде. Было принято решение о создании постоянно действующей международной организации по охране окружающей среды **(ЮНЕП)** - Программы ООН по окружающей среде (The United Nations Environmental Programme - **UNEP**). Она действует и в настоящее время, поскольку антропогенные изменения окружающей среды приобрели такие размеры, что человек прямо или косвенно сам стал их жертвой.

В настоящее время современная экология интенсивно изучает также взаимодействия человека и биосферы, общественного производства с окружающей его природной средой и другие проблемы. Широк спектр подразделений экологии, в который входят специализированные *экологические науки* в зависимости от объекта и предмета исследований, а также их определения:

- Часть биологии, изучающая отношения организмов (особей, популяций, биоценозов и т. п.) между собой и окружающей средой, называется *экологией*. Она включает в себя экологию особей (*аут(о)экологию*), популяций (*популяционная экология*, демэкология) и сообществ (*синэкология*).

- *Экология* - дисциплина, изучающая общие законы функционирования экосистем различного иерархического уровня.

- *Экология* - комплексная наука, исследующая среду обитания живых существ (включая человека).

- *Экология* - область знаний, рассматривающая некую совокупность предметов и явлений с точки зрения субъекта или объекта (как правило, живого или с участием живого), принимаемого за центральный в этой совокупности (это может быть и промышленное предприятие).

- *Экология* - исследование положения человека как вида и общества в экосфере планеты, его связей с экологическими системами и меры воздействия на них.

- *Экология* - объединяющее начало всей разумной человеческой деятельности на Земле, способствующее нахождению рациональных решений в ведении любой хозяйственной деятельности человека и рассмотрении его достижений и успехов не в сиюминутном потребительском аспекте, а в установлении их права на жизнь лишь в том случае, если они базируются на мягких воздействиях хозяйственной деятельности человека на природную и окружающую среду и не приносят прямых и косвенных ущербов человеку как личности, здоровью и благосостоянию настоящих и будущих поколений людей на Земле.

- *Экология* - наука о способах ограничения потребления ресурсов биосферы для удовлетворения потребительских нужд хозяйственной деятельности человека, или, иными словами, наука ограничительных прогнозов в хозяйственной деятельности человека на Земле.

В целом *современная общая, или "большая" экология* (глобальная экология, мегаэкология, панэкология) - *научное направление, рассматривающее некую значимую для центрального члена анализа (субъекта, живого объекта) совокупность природных и отчасти со-*

циальных (для человека) явлений и предметов с точки зрения интересов этого центрального субъекта или живого объекта.

В настоящее время бурно развивается *экологизация различных дисциплин*, под которой понимается процесс неуклонного и последовательного внедрения систем технологических, управленческих и других решений, позволяющих повышать эффективность использования естественных ресурсов и условий наряду с улучшением или хотя бы сохранением качества природной среды (или вообще среды жизни) на локальном, региональном и глобальном уровнях. Существует понятие и *экологизации технологий производства*, суть которого состоит в применении мероприятий по предотвращению отрицательного воздействия производственных процессов на природную среду. Осуществление экологизации технологий производится разработкой малоотходных технологий или технологических цепей, дающих на выходе минимум вредных выбросов.

В связи с этим экология распалась на ряд научных отраслей и дисциплин, подчас далеких от первоначального понимания экологии как биологической науки об отношениях живых организмов с окружающей их средой. Но в основе всех современных направлений экологии лежат фундаментальные идеи общей экологии.

Экологию по *размерам объектов* изучения делят на географическую или ландшафтную экологию, объектами изучения которой являются крупные геосистемы, географические процессы с участием живого и их средой; глобальную экологию - учение о биосфере Земли.

По отношению к *предметам изучения* экологию подразделяют на экологию микроорганизмов, грибов, растений, животных, человека, сельскохозяйственную, прикладную, инженерную и общую экологию - теоретически обобщающую дисциплину.

По *средам и компонентам* различают экологию суши, пресных водоемов, морскую, Крайнего Севера, высокогорную, химическую.

По *подходам к предмету исследования* выделяют аналитическую и динамическую экологию. Во временном аспекте различают историческую и эволюционную экологию.

Структура современной экологии представлена на рис. 1 (по Реймерсу, 1992). Из рис. 1 видно, насколько экология является мно-

гоплановой дисциплиной. Каждое подразделение в ней является самостоятельной научной дисциплиной и в то же время все они вместе - экология. Поэтому будущим специалистам различной ориентации необходимо еще при школьном образовании получить знания по экологии.

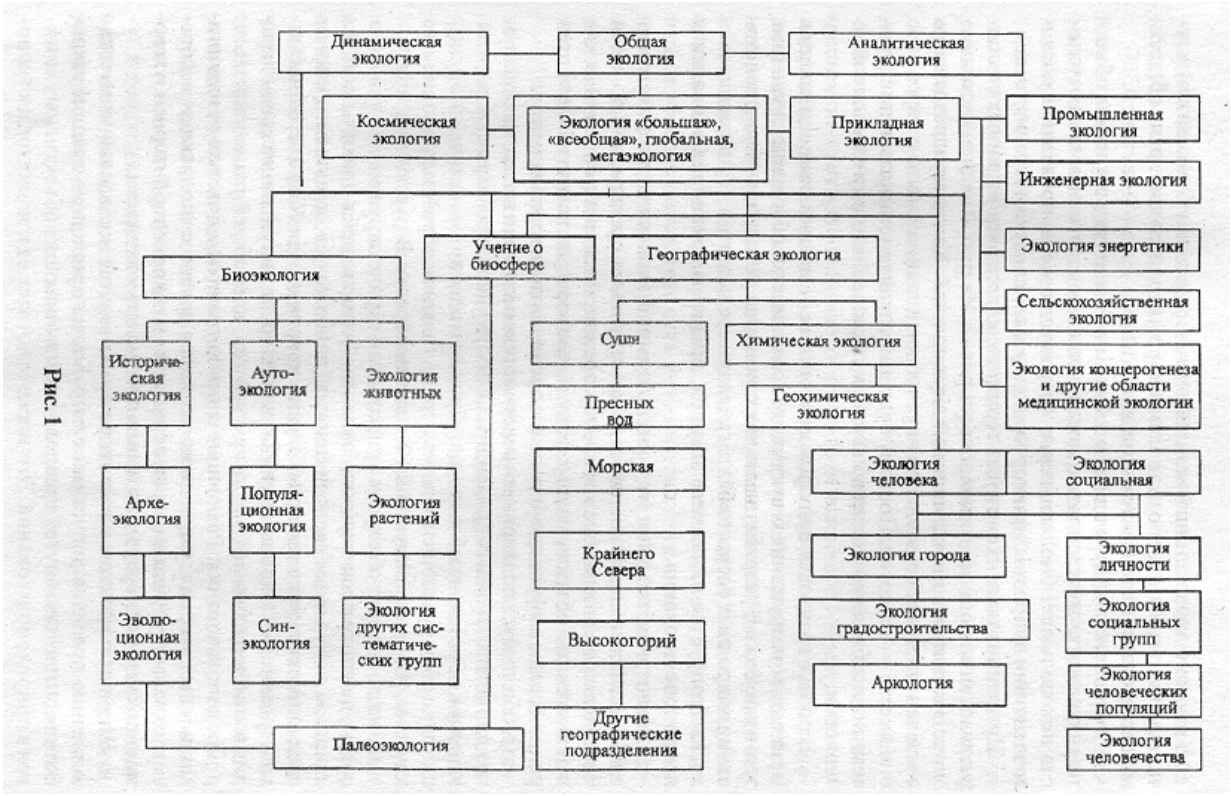


Рис. 1

Глубокое освоение каждым человеком экологических знаний будет способствовать бережному отношению к природе, сохранению ее и меньшему количеству ответных ударов с ее стороны по человечеству за бездумное отношение к ней. Все громче раздаются предостережения о вреде, приносимом нашему здоровью и качеству жизни. Все большее количество людей участвуют в деятельности по охране окружающей среды, и экология становится все более значимой в жизни человека, в его существовании на планете. "Думай глобально - действуй локально" - становится экологическим девизом нашей повседневной жизни.

В общей трактовке прикладная экология - дисциплина, изучающая механизмы разрушения биосферы человеком, способы предотвращения этого процесса и разрабатывающая принципы рационального использования природных ресурсов без существенной деграда-

ции среды жизни. Прикладная экология базируется на системе законов, правил и принципов экологии и природопользования.

Инженерная экология - раздел общей экологии, рассматривающий воздействие промышленности (от отдельных предприятий до части биосферы, коренным образом преобразованной человеком в технические и техногенные объекты) на природу и, наоборот, влияние условий природной среды на функционирование предприятий и их комплексов.

Особо следует подчеркнуть неверное причисление к экологии большого количества смежных прикладных и полуприкладных отраслей знания, главным образом из области **энвайронментологии** - комплексной дисциплине об окружающей человека среде, главным образом природной, ее качестве и охране окружающей человека среды. В русской литературе чаще всего говорят об охране природы или охране окружающей человека среды, не употребляя термина "экология", что является правильным. Но слишком популярное слово "экология" начинают отождествлять многие специалисты с дисциплиной "Охрана природы" или "Охрана окружающей среды". Но "Охрана природы" или "Охрана окружающей среды" традиционно имеет смысл введения запретов, а не общей рационализации природопользования. Различные способы и методы очистки отходящих газов и сточных вод, утилизация отходов и другие технологические приемы охраны и улучшения среды относятся к современной науке об окружающей человека среде, и их нельзя причислять к экологии.

Широким фронтом в настоящее время ведутся исследования по установлению пределов допустимых нагрузок на природную среду и разработке комплексных путей преодоления возникающих объективных лимитов в природопользовании. Это также относится не к экологии, а к инженерной экологии - научной дисциплине, исследующей **ноообиогеоценозы**. Это - обозначение совокупности явлений, включающих общество как социально-экономическое целое (но прежде всего экономику и технологию) и природные ресурсы, находящиеся во взаимоотношениях положительной обратной связи при правильном развитии отрицательной обратной связи при нерациональном природопользовании. В качестве примера можно привести быстрое развитие эко-

номики в регионе при наличии больших ресурсов среды и хороших общих экологических условий, и наоборот, технологически быстрое развитие экономики без учета экологических ограничений приводит затем к вынужденному застою в экономике.

В связи с неоднозначностью термина "экология" высказываются опасения полного стирания первоначального смысла экологии как биологической науки. Но такие опасения не имеют под собой достаточно основания, так как не название науки определяет ее содержание, а предмет исследования. Этому способствует и экологическое образование студентов, которые, будучи уже специалистами, никогда не назовут "Охрану окружающей среды" "Экологией".

Из приведенных определений экологии наиболее общий философский смысл, соответствующий современному широкому пониманию экологии как области знаний, состоит в рассмотрении и раскрытии закономерностей развития некоей совокупности организмов, предметов, компонентов сообществ и сообществ во взаимодействиях в системах биогеоценозов, ноообиогеоценозов, биосфере с точки зрения субъекта или объекта (как правило, живого или с участием живого), принимаемого за центральный в этой системе. Рассматриваемым объектом может быть и промышленное предприятие, отрасль народного хозяйства или человеческая деятельность в целом на Земле.

1.2. Задачи экологии

В зависимости от решаемых задач экологию подразделяют на общую, исследующую основные принципы организации и функционирования различных надорганизменных систем, и частную, сферой которой является изучение конкретных групп определенного таксономического (систематического) ранга.

Общая экология классифицируется по уровням организации надорганизменных систем. Популяционная экология изучает популяции - совокупности особей одного вида, объединяемых общей территорией и генофондом. Экология сообществ (биоценология) исследует структуру и динамику природных сообществ (ценозов) - совокупностей совместно обитающих популяций разных видов. Биогеоценология - раз-

дел общей экологии, изучающий экосистемы (биоценозы). Частная экология состоит из экологии растений и экологии животных.

Кроме того, экология классифицируется по конкретным объектам и средам исследования.

Выделяют экологию человека, животных, растений и микроорганизмов. В свою очередь эти группы можно исследовать на уровне особи или сообщества, а можно в воде, почве или атмосфере, в земных условиях или космических. Живые организмы обитают в условиях тропической, умеренной и полярной зон, а также в естественных, измененных или антропогенных (созданных человеком) системах, кроме этого можно учитывать загрязненность или незагрязненность среды.

Экология как наука основана на разных отраслях *биологии* (физиология, генетика, биофизика), связана с *другими науками* (физика, химия, математика, география, геология), использует их методы и термины. В связи с этим появились в последние годы понятия "географическая экология", "химическая экология", "космическая экология", и "экология человека". Взаимоотношениями человека и машины в условиях промышленных предприятий занимается охрана труда.

В настоящее время многие отрасли экологии имеют ярко выраженную практическую направленность и имеют большое значение для развития различных отраслей народного хозяйства. В связи с этим появились новые научно-практические дисциплины на стыке экологии и сферы практической деятельности человека: прикладная экология, призванная оптимизировать взаимоотношения человека с биосферой, инженерная экология, изучающая взаимодействие общества с природной средой в процессе общественного производства, и др.

Основной задачей экологии на современном этапе является детальное изучение количественными и другими методами основ структуры и функционирования природных и созданных человеком систем. Окружающая нас живая природа не является беспорядочным и случайным сочетанием организмов. Она представляет собой устойчивую и организованную систему, сложившуюся в процессе эволюции мира. Центральное место в экологии занимает проблема динамики и численности популяции и механизмов ее регуляции. Здесь выявляется значимость участия внутрипопуляционных (например, конкуренция

за пищу) и биоценотических (например, хищников, паразитов, возбудителей заболеваний) механизмов. При исследовании регуляции численности млекопитающих большое внимание уделяется анализу взаимосвязанных поведенческих, физиологических и гормональных механизмов. Наибольшее внимание в динамике численности популяций уделяется изучению роли практически важных видов: вредителей сельского и лесного хозяйства, носителей и переносчиков возбудителей заболеваний, объектов рыбного и охотничьего промыслов.

Рассматривая взаимоотношения человека с видами, популяциями и обществами как необходимое условие существования человека, мы должны исходить из того, что в настоящее время эти взаимоотношения экологически не сбалансированны. В результате наблюдаются огромные потери урожая за счет вредителей, значительный ущерб наносится живыми организмами сырью, материалам, технике и сооружениям, памятникам культуры, сокращается численность и исчезают отдельные виды, появляется экологический дискомфорт урбанизированной среды, усугубляющий стрессовые ситуации; увеличивается заболеваемость людей.

Любые явления, связанные с заметными воздействиями человека на природу, обратными влияниями природы на человека и его экономику, с жизнью и хозяйственно значимым процессами, массовыми нерегулярными миграциями животных, называются экологической проблемой.

Сбалансированность взаимоотношений человека с видами, популяциями и сообществами может быть достигнута за счет комплексных усилий со стороны человека через экологическую регламентацию хозяйственной деятельности, направленного, экологически оправданного воздействия на виды, популяции и экосистемы, экологического воспитания подрастающих поколений. Этим может быть достигнуто решение многих народнохозяйственных проблем:

- интенсификация производства ряда отраслей;
- сохранение и экономия дорогостоящего сырья;
- охрана исторических и архитектурных памятников;
- продление сроков службы промышленных и жилых комплексов;

- увеличение продолжительности жизни и уменьшение заболеваемости людей в условиях урбанизированной среды;

- совершенствование механизмов взаимодействия общества и природы.

Задачи экологии как учебной дисциплины в техническом вузе гораздо уже. В процессе профессиональной деятельности будущий специалист инженер неизбежно будет влиять на окружающую среду и живущие в ней живые организмы. Следовательно, от того, насколько он понимает и владеет законами природы и ее структурой, будет зависеть устранение негативных последствий производства, в котором он работает.

Таким образом , задачи экологии применительно к деятельности инженера промышленного производства или проектно-конструкторского предприятия могут быть следующие:

- Оптимизация технологических, и конструкторских решений, исходя из минимального ущерба окружающей среде.

- Прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий действующих и проектируемых предприятий на окружающую среду.

- Своевременное выявление и корректировка технологических процессов, наносящих ущерб окружающей среде.

- Создание систем переработки отходов промышленности.

1.3. Экология человека. Прикладная экология

В системе экологии человека выделяют социальную экологию, изучающую взаимоотношения как элементарных социальных групп общества, так и человечества в целом со средой жизни.

Различие экологии человека и социальной экологии, в которых объектом изучения является человек, заключается в том, что социальная экология не охватывает биологическую сторону человека, проявляющуюся в воздействии природных факторов на здоровье человека и его популяций.

В решении проблемы рационального взаимодействия общества и природы в настоящее время участвует целый комплекс фундаментальных наук, научных и прикладных дисциплин, междисциплинарных

направлений. На сегодняшний день нет конкретной науки, которая могла бы взять на себя решение всех задач по совершенствованию механизма взаимодействия общества и природы ввиду их многогранности, специфики и разнородности. Здесь должны синтезироваться социальные, экономические, технологические, географические, экологические и другие аспекты, т. е. эта интегральная наука о рациональном взаимодействии общества и природы является междисциплинарной и называется "экологией человека".

Объектом изучения "экологии человека" является система "общество - природа".

Прикладная экология изучает механизмы разрушения биосферы человеком и способы предотвращения этого процесса, а также разрабатывает принципы рационального использования природных ресурсов. Прикладная экология базируется на системе законов, правил и принципов экологии и природопользования.

Из прикладной экологии по научным направлениям вытекают промышленная экология, экология энергетики, сельскохозяйственная, канцерогенеза и др.

Промышленная экология изучает воздействие всего хозяйства (промышленности, транспорта и сельского хозяйства) на природу и, наоборот, влияние условий природной среды на функционирование предприятий и их комплексов.

1.4. Инженерная экология.

Объект и предмет исследования инженерной экологии. В настоящее время многие инженерные дисциплины стараются замкнуться в рамках своего производства и видят свою задачу только в разработке замкнутых, безотходных и других "экологически чистых" технологий, позволяющих уменьшить свое вредное воздействие на природную среду. Но задачу о рациональном взаимодействии производства с природой подобным путем полностью не решить, так как в этом случае один из компонентов системы - природа - исключается из рассмотрения. Изучение процесса общественного производства с окружающей средой требует применения как инженерных методов, так и экологических, что привело к развитию нового научного направления

на стыке технических, естественных и социальных наук, называемого инженерной экологией.

В целом процесс общественного производства является общим объектом исследования многих научных направлений, поэтому в теоретическом плане для выделения нового научного направления – инженерной экологии - необходимо определить объект и предмет и установить отличия области исследований от таковой в других научных направлениях.

Объектом исследования в инженерной экологии являются системы, образовавшиеся и длительное время функционирующие в результате взаимодействия конкретного вида общественного производства с окружающей его природной средой. При этом теоретические и методические положения инженерно-экологических исследований и их реализация будут одинаковыми для всех видов общественного производства, взаимодействуюших с природной средой. Наиболее характерной и информативной системой, образовавшейся в процессе промышленного производства, как объекта исследования в инженерной экологии, являются природно-промышленные системы. В качестве примера природно-промышленной системы в инженерной экологии можно привести Энергодарское энергетическое производство (Запорожские ГРЭС и АЭС), Канско-Ачинский топливно-энергетический комплекс (КАТЭК).

Особенностью энергетического производства является непосредственное воздействие на природную среду в процессе извлечения топлива и его сжигания, причем происходящие изменения природных компонентов являются весьма наглядными. Природно-промышленные системы в зависимости от принятых качественных и количественных параметров технологических процессов отличаются друг от друга по структуре, функционированию и характеру взаимодействия с природной средой. В действительности даже одинаковые по качественным и количественным параметрам технологических процессов природно-промышленные системы отличаются друг от друга неповторимостью экологических условий, что приводит к различным взаимодействиям производства с окружающей его природной средой. Поэтому предметом исследования в инженерной экологии яв-

ляется взаимодействие технологических и природных процессов в природно-промышленных системах.

Инженерная экология в отличие от всех других научных направлений, изучающих взаимодействие общества с природой, базируется на полном и глубоком знании технологии производства. Она применяет качественные и количественные параметры технологических процессов для оценки их воздействия или влияния на природную среду. Одной из основных задач инженерно-экологического анализа является определение взаимосвязей между параметрами технологических процессов и изменениями в природной среде. Важной особенностью инженерно-экологических исследований является их прикладной характер, так как результаты служат исходными данными для разработки конкретных природоохранных мероприятий данного производства. Экология здесь является теоретической базой, устанавливающей ограничения на параметры производства, а инженерные дисциплины - базой реализации технических решений по данному производству для выполнения экологических ограничений.

Лекция 2.
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ЭКОЛОГИИ. ОРГАНИЗМ И СРЕДА

2.1. Основные понятия экологии
2.2. Основные термины в экологии
2.3. Уровни организации живого
2.4. Среды обитания и экологические факторы
2.5. Адаптация организмов

2.1. Основные понятия экологии

Выше отмечалось, что как часть биологических наук, ***экология представляет науку о местообитании живых существ, их взаимоотношении с окружающей средой. Экология*** *изучает организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней вплоть до глобального, т. е. до биосферы в целом.*

Основные понятия экологии — популяция, сообщество, местообитание, экологическая ниша, экосистема. ***Популяцией*** *(от лат. populus — население)* называется группа организмов, относящихся к одному виду и занимающих определенную область, называемую ареалом. ***Сообществом, или биоценозом***, называют совокупность растений и животных, населяющих участок среды обитания.

Специфичность взаимоотношений со средой заключается в том, что каждый организм живет в условиях определенной среды, из которой он получает все необходимое для жизни, т.е. имеет свою экологическую нишу. **Экологическая ниша** – это место вида в природе, включающее не только его положение в пространстве, но и функциональную роль в сообществе. Экологическая ниша определяет занимаемое положение организма или вида в цепях питания, т.е. это совокупность условий, необходимых для существования организма, место, где требования организма к окружающей среде полностью удовлетворяются.

Совокупность сообщества и среды носит название экологической системы, или **биогеоценоза** (различия между этими понятиями для нас пока несущественны). Ю. Одум дает такое определение: «Любое единство, включающее все организмы (т. е. «сообщество») на данном участке и взаимодействующее с физической средой

таким образом, что поток энергии создает четко определенную трофическую структуру, видовое разнообразие и круговорот веществ (т. е. обмен веществами между биотической и абиотической частями) внутри системы, представляет собой экологическую систему, или экосистему» *(Одум Ю. Основы экологии. - М., 1975. - С. 16).*

Термин ***экосистема*** был введен английским экологом А. Тэнсли в 1935 году. В 1944 г. В. Н. Сукачевым предложен термин ***биогеоценоз***, а В. И. Вернадский использовал понятие *«биокосное тело».* Главное значение этих понятий состоит в том, что они подчеркивают обязательное наличие взаимоотношений, взаимозависимости и причинно-следственных связей, иначе говоря, объединение компонентов в функциональное целое. В качестве примера экосистемы можно привести озеро, лес и т. п. Экосистемы очень различны. Всю биосферу можно рассматривать как совокупность экосистем от глубокого океана, в котором преобладают мелкие организмы, но плотность биомассы велика, до высокого леса с крупными деревьями, но меньшей общей плотностью биомассы.

Выделяют два подхода к изучению экологической системы: *аналитический,* когда изучают отдельные части системы, *синтетический,* когда вначале изучают всю систему в целом. Оба подхода дополняют друг друга.

В целом в составе экосистемы выделяют *неживые и живые компоненты:*

- ***неживые:*** 1) неорганические вещества (азот, углекислый газ, вода и др.), включающиеся в природные кругообороты; 2) органические соединения (белки, углеводы и т. д.); 3) климатический режим (температура, свет, влажность и другие физические факторы);

- ***живые:*** 4) продуценты (автотрофные организмы, главным образом зеленые растения, которые создают пищу из простых неорганических веществ); 5) макроконсументы — гетеротрофные организмы, главным образом животные, которые поедают другие организмы; 6) микроконсументы, или редуценты — гетеротрофные организмы, преимущественно бактерии и грибы, «которые разрушают сложные соединения мертвой протоплазмы, поглощают некоторые продукты разложения и высвобождают неорганические питательные вещества,

пригодные для использования продуцентами, а также органические вещества, способные служить источниками энергии, ингибиторами или стимуляторами для других биотических компонентов экосистемы» *(Одум Ю. Основы, экологии. — С. 16).*

2.2. Основные термины в экологии

Термины - организм, популяция, вид, сообщество или биоценозы, экосистема, биогеоценоз, биосфера, ноосфера имеют в экологии точные определения, которые представлены в приложении.

Организм (по В.И.Вернадскому) - система, замкнутая по структуре, иерархически организованная, неравновесная, самоорганизующаяся, открытая по обменам веществом и энергией.

Особь, индивид - неделимая единица жизни (см. организм).

Популяция - форма существования вида, совокупность особей одного вида, имеющих общий генофонд и населяющих определенное пространство с относительно однородными условиями обитания.

Вид - совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство.

Генофонд (популяции) - совокупность генов популяции, группы популяций или вида.

Сообщество - совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых видов в пределах естественно ограниченного жизнепригодного пространства.

Биоценоз - взаимосвязанная совокупность микроорганизмов, растений, грибов и животных, населяющих однородный участок суши или водоема (биотоп).

Биотоп - относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство в пределах водной, наземной, подземной частей биосферы, занятой одним биоценозом. Биотоп - синоним местообитания вида.

Фитоценоз - сообщество растений, исторически сложившееся в результате сочетания взаимодействующих растений на однородном участке территории. Его характеризуют определенный видовой состав, жизненные формы, ярусность надземная и подземная, обилие

(частота встречаемости видов), размещение, аспект (внешний вид), жизненность, сезонные изменения развития (смена сообществ).

Зооценоз - сообщество животных.

Микробоценоз - сообщество микроорганизмов.

Микоценоз - сообщество грибов.

Биогеоценоз - термин введен в 1942 г. В.Н.Сукачевым - устойчивая, саморегулирующаяся, пространственно ограниченная природная система, в которой функционально взаимосвязаны живые организмы и окружающая их абиотическая среда.

Экологическая система (экосистема) - сообщество живых организмов и среды обитания, составляющее единое целое на основе пищевых связей и способов получения энергии.

Биосфера или экосфера - одна из оболочек (сфер) Земли, состав и энергетика которой в существенных своих чертах определены работой живого вещества. Биосфера включает всю ту наружную область планеты Земля, в которой не только существует жизнь (витасфера), но которая в той или иной степени видоизменена или сформирована жизнью. Биосфера включает в себя тропосферу, гидросферу, литосферу. Верхней границей биосферы является озоновый экран (слой). Основоположник современного учения о биосфере - В.И.Вернадский.

Ноосфера - сфера разума - этап эволюции биосферы, который характеризуется ведущей ролью разумной и сознательной деятельности человеческого общества в развитии биосферы.

В соответствии с изучаемым в экологии уровнем организации живого выделяются такие разделы, как *аутэкология, синэкология, экология популяций*.

Аут(о)экология - раздел экологии, изучающий взаимоотношения отдельного организма со средой обитания.

Задачей аутэкологии (от греч. autos - сам) является установление пределов существования особи (организма) и тех пределов физико-химических факторов, которые организм выбирает из всего диапазона их значений. Изучение реакций организмов на воздействие(я) факторов среды позволяет выявить не только эти пределы, но и фи-

зиологические, а также морфологические изменения, характерные для данных особей.

Таким образом, аутэкология изучает взаимоотношения особей с внешней средой. В основе этих отношений лежат морфофизиологические реакции организма на воздействия среды. С изучения этих реакций и начинается любое экологическое исследование. Однако часто неправильно считается, что аутэкология изучает экологию не особей, а видов. Следует отметить, что термин "аутэкология" был введен в 1896 г. Шретером именно для обозначения *экологии особей*.

Основное внимание при изучении экологии особей уделяется биохимическим реакциям, интенсивности газообмена, водного обмена и другим физиологическим процессам, определяющим состояние организма. При проведении этих исследований широко используются сравнительно-экологический и эколого-географический методы, сопоставляются состояние и реакция организма на внешние воздействия в различные периоды жизни (суточная, сезонная активность). Большое место в аутэкологических исследованиях занимает изучение влияния на организм естественной и искусственной радиоактивности, загрязненности среды, обусловленной индустриальной деятельностью человека.

Экология популяций - раздел экологии, который изучает естественные группировки особей одного вида, т.е. популяций (условия, при которых формируются популяции, внутрипопуляционные группировки и их взаимоотношения, организацию (структуру), динамику численности популяции).

Синэкология - раздел экологии, изучающий сообщества растений, животных, микроорганизмов и их отношения со средой обитания.

Биологическая наука - наука о живом, предметом которой является познание сущности, происхождения, развития и многообразия жизни.

Жизнь - в самом общем смысле есть *активное, идущее с затратой полученной извне энергии, поддержание (за счет постоянного обмена веществ и энергии с окружающей средой) и матричное воспроизведение специфической и упорядоченной структуры.*

Жизнь - это качественно особая форма существования материи, связанная с самовоспроизведением. "*Все живое происходит только от живого" (принцип Реди).* Процесс обеспечивается передачей генетической информации от поколения к поколению *("подобное рождает подобное*").

Свойствами живого является кроме самовоспроизведения специфичность организации, упорядоченность структуры, целостность и дискретность, рост и развитие, обмен веществ и энергии, наследственность и изменчивость, раздражимость, движение, внутренняя регуляция, специфичность взаимодействия со средой обитания.

Размер способности природного или природно-антропогенного окружения (среды) обеспечивать нормальную жизнедеятельность определенному числу организмов и их сообществ без заметного нарушения самого окружения - называется **емкостью среды**.

Под нормальной жизнедеятельностью понимают возможность оптимального питания, дыхания, размножения, убежища и т.п.

Питание представляет процесс потребления, извлечения питательных веществ (энергии) для обеспечения процессов жизнедеятельности организма.

Дыхание - это совокупность протекающих в организме физико-химических и физиологических процессов, которые обеспечивают поступление кислорода и удаление углекислого газа (внешнее дыхание), а также использование кислорода клетками и тканями для окисления органических веществ с освобождением энергии, необходимой для их жизнедеятельности (клеточное, или тканевое дыхание); большинство организмов (аэробы) используют для дыхания кислород воздуха.

Размножение есть характерное и обязательное свойство всего живого; воспроизведение себе подобных, обеспечивающее непрерывность и преемственность жизни с ее видовой спецификой и общим физико-химическим единством; различают два основных типа размножения: бесполое и половое. Все живое обладает огромной способностью размножения.

Бесполое размножение - это когда одна родительская особь дает начало двум или большему числу новых особей, идентичных по на-

следственным признакам родительской особи. Разновидностью бесполого размножения является вегетативное размножение.

Половое размножение. В нем обычно участвуют две особи, каждая из них дает половую клетку - гамету (у высших организмов женские и мужские половые клетки - яйцеклетка и сперматозоид), несущую различные наследственные признаки.

Более обширный экологический глоссарий приведен в приложении.

2.3. Уровни организации живого

Любым организмам свойственна специфическая организация. В результате этого они имеют определенную форму и размеры (фенотип), зависимые от взаимодействия генотипа и среды обитания.

Организмы не "разбросаны" случайно в пространстве. Они "собраны" в *популяции,* а популяции - в *сообщества или биоценозы.* Последние вместе с абиотическими факторами формируют *экологические системы или биогеоцендзы,* которые являются элементарными единицами биосферы.

Жизнь целостна и в то же время дискретна. Органический мир целостен, поскольку существование одних организмов зависит от других. В то же время он дискретен, складываясь из отдельных организмов.

Различают **ряд уровней организации живого**, а именно: *молекулярный, клеточный, тканевой, органный, организменный, популяционный, видовой, биоценотический (экосистемный), глобальный (биосферный).*

Экология в отличие от других биологических наук изучает уровень организации живого, начиная с организменного и выше, а именно: **организменный, популяционный, видовой, биоценотический, биосферный** (рис. 2). При этом следует подчеркнуть, что понятие экосистемы – это базовое понятие в экологии.

Обмен веществ - это совокупность химических процессов, протекающих в клетках и обеспечивающих связь организмов с окружающей средой, что является условием поддержания их жизни.

Обмен веществ и энергии в клетках ведет к восстановлению (замене) разрушенных структур, росту и развитию организма. Поскольку

организмы представляют собой открытые системы, через которые проходят непрерывные потоки веществ и энергии, это приводит к самовозобновлению на всех уровнях организации живого, конечным результатом которого является рост и развитие организмов.

Генетика —Цитология — Гистология— Анатомия	Область, представляющая основной интерес для экологических исследований
Молекулярная биология Биохимия и физиология	Организмы —> Популяции —> Виды—> Сообщества
Гены —> Клетки —> Ткани —> Органы—>	+ Абиотические компоненты (материя + энергия) = экосистемы

Рис. 2. Уровни организации живого от генов до экосистем

Благодаря раздражимости организмы уравновешиваются со средой. Избирательно реагируя на факторы среды (таксисы, рефлексы и т.д.), организмы "уточняют" свои отношения с ней, в результате чего возникает единство среды и организма.

Между организмами и средой, живой и неживой природой существует единство, заключающееся в том, что организмы зависят от среды, а среда изменяется благодаря жизнедеятельности организмов на протяжении всего исторического развития жизни. Результатом жизнедеятельности организмов является возникновение атмосферы со свободным кислородом и почвенного покрова Земли, образование в прошлые эпохи угля, торфа, нефти и т.д.

Суммарный химический состав живых организмов во многом отличается от состава атмосферы и литосферы. Он ближе к химическому составу гидросферы по абсолютному преобладанию атомов водорода и кислорода, но, в отличие от гидросферы, в организмах относительно велика доля углерода, кальция и азота. Живое вещество в основном состоит из элементов, являющихся водными и воздушными мигрантами, т.е. образующих газообразные и растворимые соединения. Заслуживает внимания то обстоятельство, что 99,9% массы живых организмов приходится на те 14 элементов, которые преобладают

и в земной коре, составляя в ней 98,9%, хотя и в других соотношениях. Таким образом, жизнь это химическое производное земной коры. В организмах обнаружены почти все элементы таблицы Менделеева, т.е. они характеризуются той же химией, что и неживая природа.

Биохимические процессы, осуществляющиеся в организмах, представляют собой сложные, организованные в циклы цепи реакций. На воспроизведение их в неживой природе потребовались бы огромные энергетическое затраты. В живых организмах они протекают при посредстве белковых катализаторов-ферментов, повышающих энергию активации молекул на несколько порядков. Так как материалы и энергию для обменных реакций живые существа черпают в окружающей среде, они преобразуют среду уже только тем, что живут.

2.4. Среды обитания и экологические факторы

Среда обитания - это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует. Составные части и свойства среды многообразны и изменчивы. Любое живое существо живет в сложном и меняющемся мире, постоянно приспосабливаясь к нему и регулируя свою жизнедеятельность в соответствии с его изменениями.

На нашей планете живые организмы освоили *четыре основные среды обитания*, сильно различающиеся по специфике условий. Водная среда была первой, в которой возникла и распространилась жизнь. В последующем живые организмы овладели наземно-воздушной средой, создали и заселили почву. Четвертой специфической средой жизни стали сами живые организмы, каждый из которых представляет собой целый мир для населяющих его паразитов или симбионтов.

Элементы среды, которые воздействуют на организмы, называются **экологическими факторами**:

- абиотический - фактор неживой природы
- биотический - фактор живой природы
- антропогенный - фактор влияния человека

Факторы среды многообразны. Они могут быть необходимы или, наоборот, вредны для живых существ, способствовать или препятствовать выживанию и размножению. Экологические факторы имеют разную природу и специфику действия. Итак, абиотические факторы - это **все свойства** неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы: к ним относятся физические и химические факторы.

Физические факторы неживой природы: космические, климатические, почвенные, орографические, геологические.

К **химическим факторам** неживой природы принадлежат компоненты воздуха, воды, кислотность (pH) и другие примеси промышленного происхождения.

В космических факторах неживой природы представлены космическая пыль, метеоритное вещество, астероиды, вещества и волны галактического пространства, циклические изменения солнечной активности.

Солнечная активность - это выброс плазмы, усиление коротковолнового и радиоизлучения с поверхности Солнца, что изучается гелиобиологией. Солнечная энергия - основной источник энергии на Земле, основа существования живых организмов (процесс фотосинтеза). Количество энергии у поверхности Земли -21*10 ^{23} кДж (солнечная постоянная) - на экваторе. Уменьшается к полюсам примерно в 2,5 раза. Также количество солнечной энергии зависит от периода года, продолжительности дня, прозрачности атмосферного воздуха (чем больше пыли, тем меньше солнечной энергии). На основе радиационного режима выделяют климатические пояса (тундра, леса, пустыни и т. д.) (солнечная радиация).

Гелиобиология - (от греч. *хелиос* - Солнце) - исследует влияние солнечной активности на жизненные процессы Земли: от возникновения эпидемий и всплесков рождаемости до крупных климатических преобразований. Основоположником этой науки является русский ученый А.Л.Чижевский (1897-1964).

К **климатическим факторам** относятся лучистая энергия Солнца, приход и перераспределение, поглощение, отражение (альбедо)

солнечной энергии в разных районах земного шара, прозрачность атмосферы, освещенность земной поверхности, продолжительность светового дня, влажность воздуха, атмосферные осадки, движение воздушных масс (ветер).

Освещение. Определяется годовой суммарной солнечной радиацией, географическими факторами (состояние атмосферы, характер рельефа и т. д.). Свет необходим для процесса фотосинтеза, определяет сроки цветения и плодоношения растений. Растения подразделяются на:

• светолюбивые - растения открытых, хорошо освещаемых мест.

• тенелюбивые - нижние ярусы лесов (зеленый мох, лишайник).

• теневыносливые - хорошо растут на свету, но и переносят затенение. Легко подстраиваются под световой режим.

Для животных **световой режим** не является таким необходимым экологическим фактором, но он необходим для ориентации в пространстве. Поэтому различные животные имеют различную конструкцию глаз. У беспозвоночных - самая примитивная, у других - очень сложная. У постоянных обитателей пещер может отсутствовать. Гремучие змеи видят ИК часть спектра, поэтому охотятся ночью.

- **Температура** - один из важнейших абиотических факторов, прямо или косвенно влияющий на живые организмы. Температура непосредственно влияет на жизнедеятельность растений и животных, определяя их активность и характер существования в конкретных ситуациях. Особенно заметное влияние оказывает на фотосинтез, обмен веществ, потребление пищи, двигательную активность и размножение. Например, у картофеля максимальная продуктивность фотосинтеза при +20°С, а при t = 48°С полностью прекращается.

- **Влажность** атмосферного воздуха. Наиболее богаты влагой нижние слои атмосферы (до высоты 2 км), где концентрируется до 50 % всей влаги, количество водяного пара, содержащегося в воздухе, зависит от t^0 воздуха.

- **Атмосферные осадки**. Это дождь, снег, град и т.д. Осадки определяют перемещение и распространение вредных веществ в окру-

жающей среде. В общем кругообороте воды наиболее подвижны именно атмосферные осадки, т.к. объем влаги в атмосфере меняется 40 раз за год. Основными условиями возникновения осадков являются: t^0 воздуха, движение воздуха, рельеф.

Существуют следующие зоны в распределении осадков по земной поверхности:

• *Влажная экваториальная*. Осадков более 2000 мм/год, например, бассейны рек Амазонка, Конго. Максимальное количество осадков - 11684 мм/год - о. Кауан (Гавайские о-ва), 350 дней в году дождь. Здесь располагаются влажные экваториальные леса - самый богатый тип растительности (более 50 тысяч видов).

• *Сухая зона* тропического пояса. Осадков менее 200 мм/год. Пустыня Сахара и т.д. Минимальное количество осадков - 0,8 мм/год - пустыня Атакама (Чили, Южная Америка).

• *Влажная зона* умеренных широт. Осадков более 500 мм/год. Лесная зона Европы и Северная Америка, Сибирь.

• *Полярная область*. Незначительное количество осадков до 250 мм/год (низкая t^0 воздуха, низкое испарение). Арктические пустыни с бедной растительностью.

- **Газовый состав атмосферы**. Состав ее практически постоянен и включает: N_2-78%, 0_2 -20,9%, CO_2, аргон и другие газы, частицы воды, пыль.

- **Движение воздушных масс** (ветер). Максимальная скорость ветра примерно 400 км/час - ураган (штат Нью-Гемпшир, США). Ветровой напор - направление ветра в сторону меньшего давления. Ветер переносит примеси в атмосфере.

- **Давление атмосферы**. 760 мм ртутного столба или 10^5 кПа.

Орографические (геоморфологические) факторы. Геоморфология - наука о рельефе. Рельеф местности может значительно влиять на микроклиматические и почвенные факторы (например, горы, ущелья, каньоны, низины и т.д.).

Абиотические факторы *водной среды* включают плотность, вязкость, теплоемкость, соленость, прозрачность, кислотность, раство-

ренные газы, подвижность, температурную стратификацию (градиент), температурный режим.

Антропогенные факторы - это формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природы как среды обитания других видов или непосредственно сказываются на их жизни. В ходе истории человечества развитие сначала охоты, а затем сельского хозяйства, промышленности, транспорта сильно изменило природу нашей планеты. Значение антропогенных воздействий на весь живой мир Земли продолжает стремительно возрастать.

Хотя человек влияет на живую природу через изменение абиотических факторов и биотических связей видов, деятельность людей на планете следует выделять в особую силу, не укладывающуюся в рамки классификации. В настоящее время практически вся судьба живого покрова Земли и всех видов организмов находится в руках человеческого общества, зависит от антропогенного влияния на природу.

Экологические факторы среды оказывают на живые организмы различные воздействия, т.е. могут влиять как раздражители, вызывающие приспособительные изменения физиологических и биохимических функций; как ограничители, обусловливающие невозможность существования в данных условиях; как модификаторы, вызывающие анатомические и морфологические изменения организмов; как сигналы, свидетельствующие об изменениях других факторов среды.

- **Биотические факторы** (фитогенные – растения; зоогенные – животные; микробиогенные - вирусы, бактерии; антропогенные - деятельность человека) - *это формы воздействия живых существ друг на друга.* Каждый организм постоянно испытывает на себе прямое или косвенное влияние других существ, вступает в связь с представителями своего вида и других видов - растениями, животными, микроорганизмами, зависит от них и сам оказывает на них воздействие. Окружающий органический мир - составная часть среды каждого живого существа.

Взаимные связи организмов - основа существования биоценозов и популяций; рассмотрение их относится к области синэкологии. *Биотические факторы* - это совокупность влияний жизнедеятельности

одних организмов на жизнедеятельность других, а также на неживую природу.

Классификация биотических взаимодействий:

1. ***Нейтрализм*** - ни одна популяция не влияет на другую.

2. ***Конкуренция*** - это использование ресурсов (пищи, воды, света, пространства) одним организмом, который тем самым уменьшает доступность этого ресурса для другого организма.

Конкуренция бывает ***внутривидовая и межвидовая***. Если численность популяции невелика, то внутривидовая конкуренция выражена слабо и ресурсы имеются в изобилии. При высокой плотности популяции интенсивная внутривидовая конкуренция снижает наличие ресурсов до уровня, сдерживающего дальнейший рост, тем самым регулируется численность популяции.

Межвидовая конкуренция - взаимодействие между популяциями, которое неблагоприятно сказывается на их росте и выживаемости. При завозе в Британию из Северной Америки каролинской белки уменьшилась численность обыкновенной белки, т.к. каролинская белка оказалась более конкурентоспособной.

Конкуренция бывает ***прямая и косвенная***. *Прямая* - это внутривидовая конкуренция, связанная с борьбой за место обитания, в частности защита индивидуальных участков у птиц или животных, выражающейся в прямых столкновениях. При недостатке ресурсов возможно поедание животных особей своего вида (волки, рыси, хищные клопы, пауки, крысы, щука, окунь и т.д.)

Косвенная - между кустарниками и травянистыми растениями в Калифорнии. Тот вид, который обосновался первым, исключает другой тип. Быстро растущие травы с глубокими корнями снижали содержание влаги в почве до уровня непригодного для кустарников. А высокой кустарник затенял травы, не давая им произрастать из-за нехватки света.

3. ***Паразитизм*** - один организм (паразит) живёт за счёт питания тканями или соками другого организма (хозяина), тесно связан в своём жизненном цикле. Паразитов различают по месту обитания:

• находятся на поверхности хозяина. Блохи, вши, клещи - животные. Тля, мучнистая роса - растения. У паразита имеются специальные приспособления (крючки, присоски и т.п.)

• внутри хозяина. Вирусы, бактерии, примитивные грибы - растения. Глисты - животные. Высокая плодовитость. Не приводят к гибели хозяина, но угнетают процессы жизнедеятельности

4. ***Хищничество*** - поедание одного организма (жертвы) другим организмом (хищником). Хищники могут поедать травоядных животных, и также слабых хищников. Хищники обладают широким спектром питания, легко переключаются с одной добычи на другую более доступную. Хищники часто нападают на слабые жертвы. Норка уничтожает больных и старых ондатр, а на взрослых особей не нападает. Поддерживается экологическое равновесие между популяциями жертва-хищник.

5. **Симбиоз** - сожительство двух организмов разных видов при котором организмы приносят друг другу пользу. По степени партнерства симбиоз бывает:

Комменсализм - один организм питается за счет другого, не нанося ему вреда. Рак - актиния. Актиния прикрепляется к раковине, защищая его от врагов, и питается остатками пищи.

Мутуализм - оба организма получают пользу, при этом они не могут существовать друг без друга. Лишайник - гриб + водоросль. Гриб защищает водоросль, а водоросль кормит его. В естественных условиях один вид не приведёт к уничтожению другого вида.

Несмотря на большое разнообразие экологических факторов, в характере их *воздействия на организмы* и в ответных реакциях живых существ можно выявить ряд общих закономерностей.

- **Закон оптимума**. Каждый фактор имеет лишь определенные пределы положительного влияния на организмы. Результат действия переменного фактора зависит прежде всего от силы его проявления. Как недостаточное, так и избыточное действие фактора отрицательно сказывается на жизнедеятельности особей. Благоприятная сила воздействия называется зоной оптимума экологического фактора или просто оптимумом для организмов данного вида. Чем сильнее откло-

нение от оптимума, тем больше выражено угнетающее действие данного фактора на организмы (зона пессимума). Максимально и минимально переносимые значения фактора - это критические точки, за пределами которых существование уже невозможно, наступает смерть. *Пределы выносливости* между критическими точками называют **экологической валентностью** живых существ по отношению к конкретному фактору среды.

Представители разных видов сильно отличаются друг от друга как по положению оптимума, так и по экологической валентности. Одна и та же сила проявления фактора может быть оптимальной для одного вида, пессимальной - для другого и выходить за пределы выносливости для третьего.

Широкую экологическую валентность вида по отношению к абиотическим факторам среды обозначают добавлением к названию фактора приставки *"эври".* Эвритермныё виды - выносящие значительные колебания температуры, эврибатные - широкий диапазон давления, эвригалинные - разную степень засоления среды.

Неспособность переносить значительные колебания фактора, или узкая экологическая валентность, характеризуется приставкой *"стено"* - стенотермные, стенобатные, стеногалинные виды и т.д. В более широком смысле слова виды, для существования которых необходимы строго определенные экологические условия, называют стенобатными, а те, которые способны приспосабливаться к разной экологической обстановке - эврибатными.

- **Неоднозначность действия фактора на разные функции**. Каждый фактор неодинаково влияет на разные функции организма. Оптимум для одних процессов может являться пессимумом для других. Для многих рыб температура воды, оптимальная для созревания половых продуктов, неблагоприятна для икрометания, которое происходит при другом температурном интервале.

Жизненный цикл, в котором в определенные периоды организм осуществляет преимущественно те или иные функции (питание, рост, размножение, расселение и т.п.), всегда согласован с сезонными изменениями комплекса факторов среды. Подвижные организмы могут

также менять места обитания для успешного осуществления всех своих жизненных функций.

- **Изменчивость, вариабельность и разнообразие** ответных реакций на действие факторов среды у отдельных особей вида. Степень выносливости, критические точки, оптимальные и пессимальные зоны отдельных индивидуумов не совпадают. Эта изменчивость определяется как наследственными качествами особей, так и половыми, возрастными и физиологическими различиями. Например, у бабочки мельничной огневки -одного из вредителей муки и зерновых продуктов - критическая минимальная температура для гусениц - 7° С, для взрослых форм - 22° С, а для яиц -27° С. Мороз в -10° С губит гусениц, но не опасен для имаго и яиц этого вредителя. Следовательно, экологическая валентность вида всегда шире экологической валентности каждой отдельной особи.

- К каждому из факторов среды виды приспосабливаются относительно **независимым путем**. Степень выносливости к какому-нибудь фактору не означает соответствующей экологической валентности вида по отношению к остальным факторам. Например, виды, переносящие широкие изменения температуры, совсем не обязательно должны также быть приспособленными к широким колебаниям влажности или солевого режима. Эвритермныё виды могут быть стеногалинными, стенобатными или наоборот. Экологические валентности вида по отношению к разным факторам могут быть очень разнообразными. Это создает чрезвычайное многообразие адаптации в природе. Набор экологических валентностей по отношению к разным факторам среды составляет экологический спектр вида.

- **Несовпадение экологических спектров отдельных видов**. Каждый вид специфичен по своим экологическим возможностям. Даже у близких по способам адаптации к среде видов существуют различия в отношении к каким-либо отдельным факторам.

Правило экологической индивидуальности видов сформулировал русский ботаник Л.Г.Раменский (1924) применительно к растениям, а затем это было широко подтверждено и зоологическими исследованиями.

- **Взаимодействие факторов**. Оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к. какому-либо фактору среды могут смещаться в зависимости от того, с какой силой и в каком сочетании действуют одновременно другие факторы. Эта закономерность получила название взаимодействия факторов. Например, жару легче переносить в сухом, а не во влажном воздухе. Таким образом, один и тот же фактор в сочетании с другими оказывает неодинаковое экологическое воздействие. Наоборот, один и тот же экологический результат может быть получен разными путями. Например, увядание растений можно приостановить как увеличением количества влаги в почве, так и снижением температуры воздуха, уменьшающего испарение. Создается эффект частичного взаимозамещения факторов.

Вместе с тем взаимная компенсация действия факторов среды имеет определенные пределы, и полностью заменить один из них другим нельзя. Полное отсутствие воды или хотя бы одного из основных элементов минерального питания делает жизнь растения невозможной, несмотря на самые благоприятные сочетания других условий.

Если хотя бы один из экологических факторов приближается или выходит за пределы критических величин, то, несмотря на оптимальное сочетание остальных условий, особям грозит гибель. Такие сильно уклоняющиеся от оптимума факторы приобретают первостепенное значение в жизни вида или отдельных его представителей в каждый конкретный отрезок времени.

Лимитирующий фактор (условие) - это любой фактор (условие), приближающийся к пределу толерантности, или превышающий его.

Толерантность экологическая есть способность организма переносить отклонения экологических факторов от оптимальных для себя; область устойчивого существования вида и/или реализации какой-либо его функции по отношению к конкретному фактору среды или их сочетанию.

Устойчивость вида - способность вида сохранять функционирование в пределах естественного колебания его параметров.

Гомеостаз - состояние внутреннего динамического равновесия природной системы (организма, вида), поддерживаемое регулярным

возобновлением ее основных структур, вещественно-энергетического состава и постоянной функциональной саморегуляцией ее компонентов.

Саморегуляция - свойство системы в процессе функционирования сохранять на определенном уровне типичное состояние, режимы, характеристики связей между ее компонентами.

Компоненты природной системы - основные составные ее части, тесно связанные между собой; при изменении одного из компонентов изменяются другие и возникают "цепные реакции".

Ограничивающие факторы среды определяют географический ареал вида. Природа этих факторов может быть различной. Так, продвижение вида на север может лимитироваться недостатком тепла, в аридные районы - недостатком влаги или слишком высокими температурами. Ограничивающим распространение фактором могут служить и биотические отношения, например, занятость территории более сильным конкурентом или недостаток опылителей для растений.

2.5. Адаптация организмов

Как отмечалось ранее, что ***местообитание*** - это место, где живёт организм (лес, луг, болото, внутри другого организма), а *экологическая ниша* - пространственно-временное положение организма в рамках экосистемы (где, когда и чем питается, где устраивает гнездо и т.п.)

Приспособления организмов к среде носят название адаптации. Способность к адаптациям - одно из основных свойств жизни вообще, так как обеспечивает самую возможность ее существования, возможность организмов выживать и размножаться. Адаптации проявляются на разных уровнях: от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экологических систем. Адаптации возникают и изменяются в ходе эволюции видов.

На первый взгляд кажется, что животные должны конкурировать друг с другом за пищу и убежища. Однако это происходит редко, т.к. они занимают разные экологические ниши. Пример: дятлы извлекают личинки из-под коры, воробьи- зерном. И мухоловки и летучие мыши

ловят мошкару, но в разное время - днём и ночью. Жираф поедает листья с верхушек деревьев и не конкурирует с другими травоядными.

У каждого вида животных своя ниша, что сводит к минимуму конкуренцию с другими видами. Поэтому в сбалансированной экосистеме присутствие одного вида обычно не угрожает другому.

Адаптация к разным нишам связана с действием закона лимитирующего фактора. Пытаясь использовать ресурсы за пределами своей ниши животное сталкивается со стрессом, т.е. с ростом сопротивления среды. Иными словами, в собственной нише его конкурентоспособность велика, а вне её значительно ослабевает или пропадает вовсе.

Адаптация животных к определённым нишам заняла миллионы лет и протекала в каждой экосистеме по-своему. Ввезённые из других экосистем виды могут вызвать вымирание местных именно в результате успешной конкуренции за их ниши.

Пример: Скворцы, завезённые в Северную Америку из Европы, за счёт своего агрессивного территориального поведения вытеснили местных «синих» птиц. Одичавшие ослы потравили пустынные экосистемы, вытеснив оттуда снежного барана.

В 1859 году в Австралию из Англии завезли кроликов для спортивной охоты. Природные условия оказались для них благоприятными, а местные хищники - не опасными. В результате кролики расплодились на столько, что уничтожили обширные территории пастбищ. Лисы, привезённые для уничтожения кроликов нашли более лёгкую добычу (местных сумчатых). Лишь позже удалось определить паразита и решить проблему.

Земледельцы ищут методы борьбы с сорняком ранее не встречавшимся в нильской долине. Невысокое растение с крупными листьями и мощным корнем уже несколько лет ведёт наступление на обрабатываемые земли Египта. Местные агрономы считают его чрезвычайно активным вредителем. Оказывается, что это растение известно в Европе под названием «хрен деревенский». Вероятно его завезли русские специалисты, строившие металлургический комбинат.

Концепция экологической ниши применима и к растениям. Как и у животных их конкурентоспособность высока лишь в определённых условиях.

Пример: Платаны растут по берегам рек и в поймах, дубы на склонах. Платан приспособлен к переувлажнённой почве. Семена платана распространяются вверх по склону и этот вид может расти там при отсутствии дубов. Аналогично, жёлуди, попадая в пойму, гибнут из-за избытка влаги и не способны конкурировать с платанами.

Экологическая ниша **человека** - состав воздуха, воды, пищи, климатические условия, уровень электромагнитного, ультрафиолетового, радиоактивного излучения и пр.

***Экосистемы**, подобно организмам и популяциям,* способны к саморегулированию, противостоя изменениям и сохраняя состояние равновесия. Еще раз подчеркнем: чтобы эти механизмы нормально функционировали, необходим *период эволюционного приспособления к условиям среды, который и называется адаптацией*. *Адаптация организма может быть структурной, физиологической и поведенческой*. К *структурной* относится изменение окраски, строения тела и т. д. К *физиологической* относится, скажем, появление слуховой камеры у летучей мыши, позволяющее иметь идеальный слух. Пример *поведенческой* адаптации демонстрирует мотылек с полосатыми крыльями, садящийся на полосатые листья лилий так, чтобы его полоски были параллельны полоскам на листьях. Аналогичные механизмы адаптации существуют и на уровне экосистем в целом. Они не должны нарушаться человеком, иначе ему придется или самому конструировать их искусственные заменители, на что он пока не способен, или его ждет экологическая катастрофа, так как он не может существовать ни в какой иной среде, кроме биосферы.

В природе каждое поколение любого вида подвергается отбору на выживаемость и воспроизводство. Особи, которые выживают и размножаются, передают свои гены следующему поколению, а гены тех, что погибли, не оставив потомства, отсеиваются из генофонда. Таким образом генофонд каждого вида испытывает действие естественного отбора. Поэтому почти все признаки организма служат выживанию и воспроизводству.

Существуют следующие **виды адаптации:**

- Адаптация к климатическим и другим абиотическим факторам (чистая шерсть, перелёт птиц на юг, зимняя спячка у медведей, опадение листвы, холодостойкость хвойных деревьев).

- Адаптация к добыванию пищи и воды (у жирафа - длинная шея, чтобы есть листья с деревьев, паук плетёт сеть, хищники - быстро бегают, длинные корни растений в пустыне).

- Адаптация, направленная на защиту от хищников и устойчивость к заболеваниям и паразитам (заяц - быстрый бег, ёж - иглы, заяц - окраска, комочки у растений).

- Адаптация, обеспечивающая поиск и привлечение партнёра у животных и опыление у растений (яркое оперение, пение, запах, яркий цвет у цветков).

- Адаптация к миграциям у животных и распространение семян у растений (перелёт птиц, стада лошадей, крылья у семян для переноса ветром, колючки у семян).

При изменении любого абиотического или биотического фактора вид ожидает один из трёх путей:

Миграция - часть популяции может найти новое местообитание с подходящими условиями и продолжить там своё существование.

Адаптация - в генофонде могут присутствовать гены, которые позволят некоторым особям выжить в новых условиях и восстановить потомство. Через несколько поколений под действием естественного отбора возникнет популяция, хорошо приспособившаяся к новым условиям.

Вымирание - если ни одна пара особей не может мигрировать, спасаясь от воздействия неблагоприятных факторов, а те выходят за пределы устойчивости всех индивидов, то популяция исчезнет (динозавры).

В разные периоды истории Земля была населена разными существами. Ни одному виду не гарантировано выживание. Ископаемые остатки свидетельствуют, что виды появляются, распространяются, дают начало другим видам и в большинстве случаев вымирают. Выживание вида обеспечивается его генетическим разнообразием и слабыми колебаниями внешних условий. Если генофонд очень разно-

образен, даже при сильных изменениях среды некоторые особи сумеют выжить. При низком разнообразии генофонда, наоборот, малейшее изменение среды может привести к вымиранию вида, поскольку генов, позволяющих особям противостоять отрицательному воздействию не найдётся.

Если изменения малозаметны и/или происходят постепенно, большинство видов сумеет приспособиться и выжить. Возможны такие катастрофические изменения (ядерная война), что не выживет ни один вид. На выживание также влияет географическое распространение. Чем шире распространён вид, тем, как правило, выше его генетическое разнообразие и наоборот. Кроме того, при обширном ареале некоторые его участки могут быть удалены или изолированы от районов, где нарушались условия существования, в них вид сохранится, даже если исчезнет из других мест.

Если в новых условиях часть особей выжила, то восстановление популяции и дальнейшая адаптация будут зависеть от скорости воспроизведения, поскольку изменение признаков происходит только путём отбора в каждом поколении. Например: пара насекомых даёт несколько сотен потомков, которые проходят жизненный цикл за несколько недель. Скорость воспроизведения у насекомых в тысячу раз выше, чем у птиц, выкармливающих 2-6 птенцов в год, и одинаковый уровень приспособленности к новым условиям разовьётся во столько же раз быстрее. Стоит ли удивляться, что насекомые быстро адаптируются и приобретают устойчивость к применяемым против них пестицидам, тогда как другие дикие виды от этого гибнут.

Важны и размеры организма. Мухи могут существовать и в мусорном ведре, тогда как крупным животным для выживания нужны обширные пространства.

Сельское хозяйство с его узкой генетической базой оказывается беззащитным. Сокращение генетического разнообразия с одной стороны и ускоряющееся ухудшение окружающей среды с другой стороны, не способствуют устойчивости биосферы. Поэтому в ближайшие 50 лет человечеству предстоит сделать выбор: или создать устойчивую человеческую экосистему или стать свидетелями глобальной катастрофы.

Лекция 3.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. БИОГЕОЦЕНОЗЫ. БИОСФЕРА

3.1. Экосистема.
3.2. Биотическая структура экосистемы.
3.3. Вид. Критерии вида. Популяция как форма существования вида
3.4. Сообщество (биоценоз)
3.5. Общие сведения о строении Земли. Биосфера
3.6. Вклад В.И.Вернадского в учение о биосфере

3.1. Экосистема.

Термин **экосистема** предложен в 1935 году английским экологом Тенсли. Самая большая экосистема - биосфера Земли, далее по уменьшению: суша, океан, тундра, тайга, лес, озеро, пень от дерева, горшок с цветами. Современный американский эколог Б.Небел (1993) определяет ***экосистему*** как "*совокупность различных видов растений, животных, микробов, взаимодействующих друг с другом и с окружающей средой таким образом, что вся эта совокупность может сохраняться неопределенно долгое время*".

Экосистемой *в экологии обозначают обширное функциональное единство.* Единство – потому, что круговорот замкнут, а наиболее обширное - потому, что оно включает и *организм,* и *абиотическую среду,* причем каждый из компонентов влияет на особенности другого и каждый необходим для поддержания устойчивости экосистем. При этом следует иметь в виду, что экосистема – безразмерная категория, в отличие от биогеоценоза, который является хорологической единицей, строго фиксированной в пространстве.

В целом – и экосистема, и биогеоценоз (от греч. *bios* - жизнь, *geo* - Земля и *logos* - общий) - эти взаимозависимые комплексы живых и неживых компонентов, связанных между собой обменом веществ, энергией и информацией представляют собой наиболее сложные природные образования.

Другое определение *экосистемы* - это биоценоз и неживая среда, функционирующие совместно. Экосистема является относительно

устойчивой во времени и термодинамически открытой в отношении притока и оттока веществ и энергии в атмосферу.

Биогеоценоз состоит из комплекса живых и косных компонентов, в котором живые организмы формируются в результате борьбы за существование, естественного отбора и других факторов эволюции. Участок земной поверхности (суши или водоема) с однотипными абиотическими условиями среды, занимаемый тем или иным биоценозом, называется ***биотопом,*** который является неорганическим компонентом биоценоза. ***Средой обитания*** живых организмов является атмосфера (косная среда) или почва, водоем и т. п. (биокосная среда).

Экосистемы сложились в процессе длительной эволюции, и они являются слаженными, устойчивыми механизмами, способными путем саморегуляции противостоять как изменениям в среде, так и изменению в численности организмов.

Экосистема океана - это одна из самых больших экосистем (94 % гидросферы). Жизненная среда океана непрерывна, в ней отсутствуют границы, препятствующие расселению живых организмов (на суше граница - океан между материками, на материке - реки, горы и т.п.). В океане вода находится в постоянном движении. Существуют горизонтальные и вертикальные течения. В воде растворено - $48\text{-}10^{15}$ т солей. Эти физико-химические особенности создают благоприятные условия для образования и развития разнообразных организмов. В океане насчитывается:

- 160 000 видов животных (80 тыс. моллюсков, 20 тыс. ракообразных, 16 тыс. рыб, 15 тыс. простейших);
- 10 000 видов растений (в основном различные виды водорослей).

Органическая жизнь распределяется по горизонтали и вертикали неравномерно. В зависимости от абиотических факторов (световой режим, t, солёность и т.д.) океан подразделяют на несколько зон. В открытом океане по сравнению с прибрежной зоной пища менее сконцентрирована, поэтому здесь разнообразны активно плавающие организмы (рыбы, кальмары, акулы, киты и т.д.).

Пищевая цепь: фитопланктон - зоопланктон - планктоноядные рыбы - хищные рыбы - детритофаги (бактерии, которые живут в основном на дне).

- **Пресноводная экосистема**. Пищевая цепь: зелёные растения (кувшинки, осоковые, тростник), водоросли фитопланктона - зоопланктон (ракообразные) - растительноядные рыбы - хищные рыбы.

- **Экосистема пустыни**. Осадки менее 250 мм/год. Распространение: Африка (Сахара), Ближний Восток, Центральная Азия, юго-запад США и т.д. Климат: очень сухой, жаркие дни, холодные ночи. Растительность: редкостойный кустарник, кактусы, низкие травы, быстро покрывающие землю цветущим ковром после дождей. У растений обширная поверхностная корневая система, перехватывающая влагу редких осадков, или стержневые корни, проникающие до грунтовых вод (30 м. и более). Животный мир: разнообразные грызуны (суслик, тушканчик), ящерицы, змеи, орлы, грифы, много мелких птиц, насекомые. Особенности: занимают 1/3 поверхности и площадь их возрастает.

- **Саванны**. Осадки - 750 - 1650 мм/год, главным образом во время сезонных дождей. Распространение - субэкватриальная Африка, Южная Америка, юг Индии. Климат - сухой, жаркий, большую часть года обильные дожди в течении влажного сезона. Растительность - трава с редкими листопадными деревьями (акация, кактусы). Животный мир - крупные растительноядные животные - зебры, антилопы, жирафы, хищники - львы, леопарды, гепарды, термиты (детритофаги).

- **Степи**. Осадки - 250 - 750 мм/год. Распространение - центр Северной Америки, Россия, отдельные районы Африки, Австралии. Климат - сезонный. Лето - от умеренно тёплого до жаркого. Зима - $t<0^{o}$ С. Растительность - травы (до 2 м. в Северной Америке или <0,5 м. в России) отдельные деревья, кустарники. Животный мир - крупные травоядные - бизоны, антилопы, дикие лошади, кенгуру) жирант , зебры, хищники - львы , леопарды, гепарды, гиены, птицы, мелкие роющие млекопитающие - кролик, суслик. Особенности - большинство степей превращено в с/х поля - кукуруза, пшеница, соя, пастбища - овцы, рогатый скот.

- **Тропические влажные леса**. Осадки - более 2400 мм/год, почти каждый день дождь. Распространение - север Южной Америки, Центральная Америки, экваториальная Африка, юго-восточная Азия. Климат - без смены сезонов, среднегодовая температура приблизительно равна 28^0С. Растительность - Самая большая по разнообразию видов и биомассе растений экосистема. Леса с деревьями до 60м. и выше (красное дерево, шерстяное, шоколадное, бальзовое, леопардовое дерево, сандал). На стволах, ветвях - лианы. Животный мир - очень разнообразен. Обезьяны, змеи, ящерицы, белки-летяги, лягушки, пауки, муравьи, попугаи, колибри, насекомые (много). Особенности - почвы бедные, большая часть питательных веществ содержится в биомассе поверхностно укоренённой растительности.

- **Лиственные леса**. Осадки - 750 -2000 мм/год. Распространение - восток Северной Америки, Европа, Россия. Климат - сезонный. Зимние t<0, хотя не ниже -12^o С. Растительность - листопадные деревья. Характеризуются многоярусностью. Деревья - дуб, липа, клён, ясень. Кустарники, травы, мхи, лишайники. Животный мир - олень, косуля, кабан, заяц, ёж, волк, лиса, рысь. Птицы - тетерев, глухарь, рябчик, дрозд, дятел, синица, сова, сокол. В почве - кроты, землеройки, черви, нематоды, клещи. Особенность - адаптация к сезонному климату - сброс листьев, зимняя спячка, миграция в тёплые страны.

- **Тайга**. Осадки - 250 - 750 мм/год. Распространение - северные районы Северной Америки, Европы, Азии. Климат - сезонный. Долгая холодная зима, много осадков в виде снега (сохраняет тепло в почве). Растительность - вечнозелёные хвойные - кедр, сосна, ель, пихта, лиственница. Животный мир - травоядные - лось, олень, заяц, белка, грызуны. Хищники - рысь, волк, лиса, медведь, норка, росомаха. Множество птиц - рябчик, глухарь, дятел. Кровососущие - 40 видов мошек. Особенности - много озёр и болот, толстая подстилка из хвои.

-**Тундра**. Осадки - менее 250 мм/год. Распространение - север Евразии и Северной Америки. Климат - сезонный. Очень холодная длинная зима (полярная ночь). Среднегодовая температура ниже -15 С. Летом вечная мерзлота оттаивает всего на метр. Растительность - мхи, лишайники, травы, низкорослые кустарники (адаптация - холодо-

стойкость), голубика, морошка, брусника. Животный мир - мелкие млекопитающие сурки, суслики, лемминги. Хищники - песец, горностай, волк, сова. Северный олень, зайцы. Множество птиц - гуси, куропатки, утки, кулики. Комары, оводы, пауки. Особенности - болотистые почвы.

Все экосистемы взаимосвязаны и взаимозависимы.

Люди со своими культурными растениями и домашними животными образуют экосистему человека, которая взаимодействует со всеми другими экосистемами планеты.

3.2. Биотическая структура экосистемы.

Несмотря на громадное разнообразие экосистем - от тропических лесов до пустынь, леса, болота, озера, по мнению экологов, им свойственна одинаковая биотическая структура. Все экосистемы включают одни и те же основные категории организмов, взаимодействующих друг с другом, стереотипным образом. Это следующие категории: **зелёные растения, консументы, детритофаги**.

- Зелёные растения. Это - одноклеточные водоросли, травы, деревья, и т.д.). Фотосинтез - это химическая реакция, протекающая при участии хлорофилла клетки зеленых растений за счет солнечной энергии. CO_2 из воздуха, H_2O из почвы и солнечная энергия - получается глюкоза (простейший из сахаров) и O_2. Фотосинтез идет в каждой клетке зеленых листьев:

$$6CO_2+6\ H_2O + Q_{солн} = C_6H_{12}O_6+6O_6$$

O_2 выделяется в атмосферу. Из глюкозы и минеральных элементов из почвы растения синтезируют сложные вещества, входящие в состав организма (белки, жиры, углеводы, ДНК и т.д.). Следовательно, растения продуцируют сложные органические соединения из простых неорганических (CO_2, H_2O). При этом солнечная энергия накапливается в органических соединениях наряду с химическими элементами.

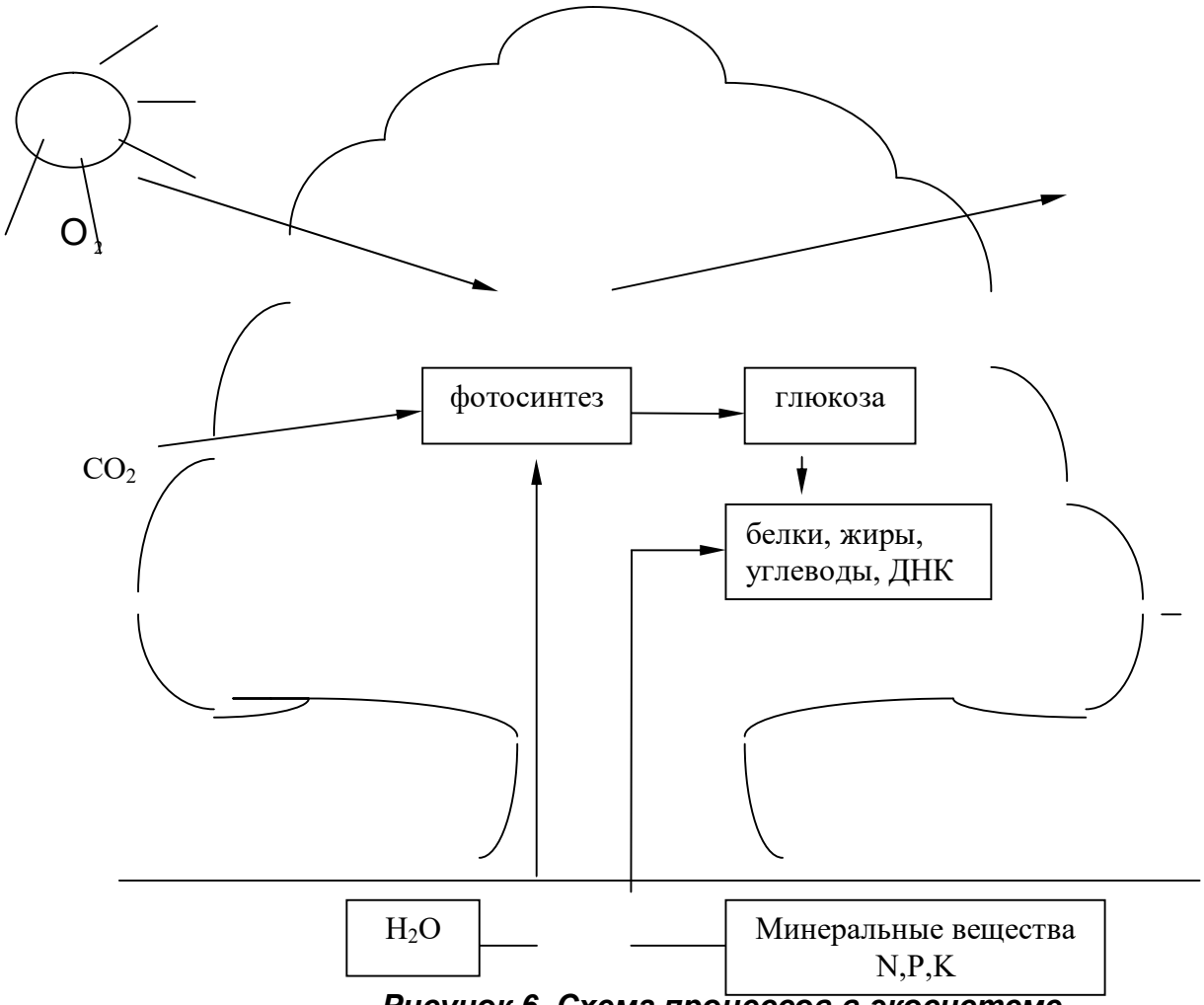


Рисунок 6. Схема процессов в экосистеме

- Консументы.

Животные питаются органическими веществом, используя его как источник энергии и материал для формирования своего тела. Т.е. зелёные растения продуцируют пищу для других организмов экосистемы. К консументам относятся рыбы, птицы, млекопитающие ... и человек. Животные, питающиеся непосредственно растениями, называются ***первичными консументами*** (растительноядные). Их самих употребляют в пищу ***вторичные консументы*** (хищники). Бывают консументы третьего, четвёртого и более высоких порядков. Заяц ест морковь - первичный консумент, лиса, съевшая зайца - вторичный консумент. Человек - ест овощи - первичный консумент, а мясо - вторичный, хищную рыбу (щуку) - третьего порядка. Т.е. организм может соответствовать различным и называется- всеядный.

- Детритофаги - организмы, которые питаются мёртвыми растительными и животными остатками (опавшие листья, фекалии, мёртвые животные - это называется *детрит*). Это грифы, гиены, черви,

раки, термиты, муравьи, грибы, бактерии и т.д. Их главная роль - питаясь мёртвой органикой, детритофаги разлагают её. Отмирая, сами становятся частью детрита.

Некоторые организмы не укладываются в эту схему. Например: насекомоядные растения. Они улавливают насекомых, частично переваривают их с помощью ферментов и органических кислот, в результате чего восполняют недостаток азота и других питательных веществ. В России - 20 видов (венерика мухоловка, саррацения, росянка). Обитают в местах с недостатком N, P, K (болота - очень бедны питательными веществами).

3.3. Вид. Критерии вида. Популяция как форма существования вида

Вид (species) -- основная структурная единица в системе живых организмов, качественный этап их эволюции. Он представляет собой совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособленных к определенным условиям жизни, обладающих определенным типом взаимоотношений с абиотической (косной) и биотической (живой) средой и занимающих в природе определенную область - ареал.

Вид как совокупность популяций особей отделяется от других таких же групп особей практически полной нескрещиваемостью в природных условиях. Вследствие этого вид - основное таксономическое (классификационное) подразделение в систематике животных, растений и микроорганизмов. Виды отличаются друг от друга многими признаками. Характерные для вида признаки и свойства называют **критериями**, среди которых различают *морфологический, генетический, физиологический, географический и экологический.*

Морфологический критерий базируется на сходстве внешнего и внутреннего строения особей одного вида. Но особи в пределах вида иногда настолько изменчивы, что только по морфологическому критерию не всегда удается определить вид. Вместе с тем существуют виды, морфологически сходные, однако особи таких видов не

скрещиваются между собой. Это - виды-двойники, которые исследователи открывают во всех систематических группах. Например, у черных крыс два вида-двойника - с 38 и 42 хромосомами. Открыли 6 видов-двойников малярийного комара, раньше считавшихся одним видом. Таким образом, одни морфологические признаки не обеспечивают выделение вида.

Генетический критерий - это характерный для каждого вида набор хромосом, строго определенное их число, размеры и форма. Он является главным видовым признаком. Особи разных видов имеют разные наборы хромосом и поэтому они не могут скрещиваться, вследствие чего ограничены друг от друга в естественных условиях.

Физиологический критерий определяется по сходству всех процессов жизнедеятельности у особей одного вида, прежде всего по сходству размножения. Представители разных видов, как правило, не скрещиваются, или потомство их бесплодно. Нескрещиваемость видов объясняется различиями в строении полового аппарата, сроках размножения и др. Однако в природе есть виды, которые скрещиваются и дают плодовитое потомство (некоторые виды канареек, зябликов, тополей, ив). Следовательно, наличие только физиологического критерия недостаточно для определения видовой принадлежности особей.

Географический критерий - это определенный ареал (территория, акватория), занимаемый видом в природе. Он может быть большим или меньшим, прерывистым или сплошным. Есть виды, распространенные повсеместно и нередко в связи с деятельностью человека (многие виды сорных растений, насекомых-вредителей). Географический критерий также не может быть решающим.

Экологический критерий - это совокупность факторов внешней среды, в которой существует вид. Например, лютик едкий распространен на лугах и полях; в более сырых местах растет лютик ползучий, а по берегам рек и прудов, на болотистых местах встречается лютик жгучий.

В процессе эволюции у каждого вида сформировались приспособления к определенной среде обитания. Например, арктические птицы и млекопитающие имеют белую окраску, приспособлены к жиз-

ни в условиях низких температур. Обитатели пустыни имеют желто-серую окраску и разнообразные приспособления к высоким температурам, к недостатку влаги. Подобные приспособления присущи всем особям вида, хотя могут иметь и различия в пределах большого ареала.

Для установления видовой принадлежности недостаточно использовать какой-нибудь один критерий. Только применение совокупности критериев с взаимным подтверждением различных признаков и свойство особей в их совокупности характеризуют вид. ***Вид является экологической единицей.***

Как упоминалось ранее, **популяция** - это совокупность свободно скрещивающихся особей одного вида, которая длительно существует и занимает определенную часть ареала относительно обособленно от других совокупностей того же вида. В популяции постоянно возникают наследственные изменения. В результате скрещивания они распространяются в популяции и насыщают ее, популяция становится неоднородной. В популяции действует борьба за существование, а также естественный отбор благодаря которым выживают и оставляют потомство лишь особи с полезными в данных условиях изменениями. Таким образом, ***популяция представляет собой единицу эволюции.***

Популяция обладает многими **признаками,** которые характеризуют группу как целое, а не отдельные особи в группе. Основными характеристиками популяции являются: *плотность, численность, рождаемость смертность, возрастной состав, характер распределения в пределах территории и тип роста*.

Плотность популяции определяется числом особей, приходящихся на единицу площади или объема. Территория, занимаемая разными популяциями одного вида, а тем более различных вид, колеблется и зависит от степени подвижности особей. Так, одна популяция ящерицы прыткой занимает от 0,1 до нескольких гектаров; полевки водяной - от 1 до нескольких гектаров; северного оленя - более 100 км^2 . Каждому виду присуща определенная оптимальная плотность популяции, отклонения от которой в обе стороны отрицательно сказываются на темпах воспроизводства и жизнедеятельности особей.

Численность или число особей в популяции различна у разных видов, прямо и косвенно. В дальнейшем в этот процесс включаются регулирующие факторы, которые зависят от плотности популяции, сглаживают возникающие колебания и действуют по принципу обратной связи. Различают межвидовые и внутривидовые механизмы регуляции численности. К первым относят паразитов, хищников и болезни, ко вторым -- взаимодействия особей внутри популяции. В простейшем виде это разнообразные формы внутривидовой конкуренции, связанные с прямым и косвенным отрицательным воздействием особей друг на друга. Полагают, что при численности популяции меньше нескольких сотен особей случайные причины (пожар, наводнение, изменение погоды) могут сократить ее настолько, что рождаемость перестанет перекрывать убыль и на протяжении нескольких поколений оставшиеся особи вымрут.

Рождаемость в популяции определяется прежде всего эволюционным положением вида, его биологией. Низкая плодовитость характерна для тех видов, которые проявляют большую заботу о потомстве. Кроме того, рождаемость зависит от скорости полового созревания, числа генераций в году, соотношения в популяции самцов и самок, обеспеченности кормом, влияния погодных условий.

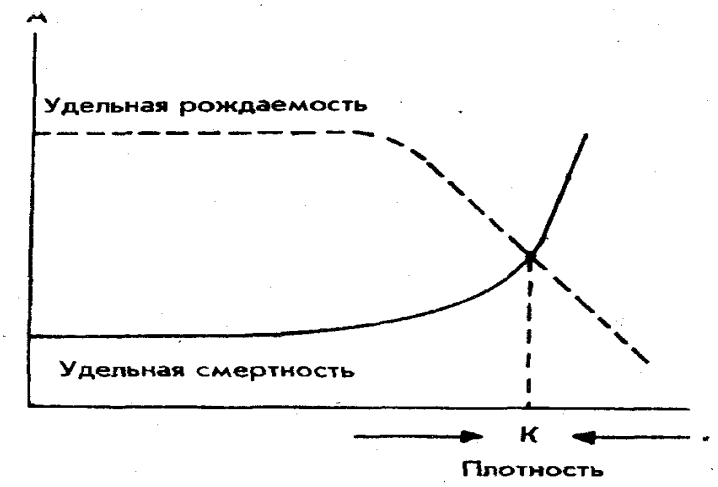


Рисунок 7. Регулирование численности популяции

Смертность в популяции - это количество особей, погибших за определенный период. Она бывает очень высокой и изменяется в зависимости от условий среды, возраста и состояния популяции. У

большинства видов смертность в раннем возрасте всегда бывает выше, чем у взрослых особей. Однако встречаются и такие виды, у которых смертность приблизительно одинакова во всех возрастах или преобладает у особей старых возрастов. Факторы смертности очень разнообразны. Смертность может быть вызвана влиянием физических условий (низкие и высокие температуры, ливневые осадки, град, избыточная и недостаточная влажность и др.), биотическими факторами (отсутствие корма, инфекционные заболевания и т. д.), антропогенными факторами (загрязнение окружающей среды, уничтожение животных, вырубка деревьев и др.). но она не может быть ниже некоторых пределов. Сокращение численности за эти пределы может привести к вымиранию популяции.

Возрастной состав популяции имеет большое значение для ее существования и процветания. При благоприятных условиях в популяции наличествуют все возрастные группы и поддерживается более или менее стабильный возрастной состав. В быстро растущих популяциях доминируют интенсивно размножающиеся молодые особи, а в сокращающихся - старые, уже неспособные интенсивно размножаться. Такие популяции малопродуктивны, недостаточно устойчивы. Возрастной состав популяции зависит от продолжительности жизни особей, периода достижения ими половой зрелости, числа генераций.

Таким образом, *популяция представляет собой форму существования вида, обеспечивающую приспособленность его к конкретным условиям среды.*

Сообщество (биоценоз)

Каждый вид, представленный конкретной популяцией, является компонентом определенного сообщества. **Сообщество** (биоценоз) (от греч. *bios - жизнь, koinos - вместе*) включает все популяции разных видов, характеризующихся определенными отношениями как между собой, так и с неорганической средой на определенной территории, называемой биотопом. Состав биоценоза определяется тем, какие организмы встречаются в данной местности и каким из них подходят условия существования в данном местообитании. Каждый биоценоз имеет определенную структуру, видовой состав и территорию; ему

свойственны определенная организация пищевых связей и определенный тип обмена веществ.

Как указывалось ранее, по участию в биогенном круговороте веществ в биоценозах различают **три группы организмов**:

- ***продуценты*** (производители) - автотрофные организмы, создающие органические вещества из неорганических. Основными продуцентами во всех биоценозах являются зеленые растения. Деятельность продуцентов определяет исходное накопление органических веществ в биоценозе;

- ***консументы*** (потребители) - гетеротрофные организмы, питающиеся за счет автотрофных. Консументы 1-го порядка - растительноядные животные, а также паразитические бактерии, грибы и другие бесхлорофилльные растения, развивающиеся за счет живых растений. Консументы 2-го порядка - хищники и паразиты растительноядных организмов. Деятельность консументов способствует превращениям и перемещениям органических веществ в биоценозе, частичной их минерализации, а также рассеянию энергии, накопленной продуцентами;

- ***редуценты*** *(восстановители)* - животные, питающиеся разлагающимися остатками организмов (сапрофаги), и особенно непаразитирующие гетеротрофные микроорганизмы - способствуют минерализации органических веществ, их переходу в усвояемое продуцентами состояние.

Взаимосвязи организмов в биоценозах весьма многообразны. Как правило, они базируются на функционировании животных и растений между собой, но здесь всегда присутствует экологический аспект, состоящий в своеобразии обмена энергии и вещества организмов с окружающей средой. В соответствии с этим различают трофические связи, паразитизм, симбиоз, топические связи.

Наиболее важное значение в биоценозах имеют ***трофические связи*.** На основе этих связей организмов в каждом биоценозе выделяют так называемые цепи питания, возникающие как результат сложных пищевых взаимоотношений между растительными и животными организмами. Цепи питания объединяют прямо или косвенно большую группу организмов в единый комплекс, связанных друг с дру-

гом отношениями: пища - потребитель. Цепь питания обычно состоит из нескольких звеньев. Организмы последующего звена поедают организмы предыдущего звена, и таким образом осуществляется цепной перенос энергии и вещества, лежащий в основе круговорота веществ в природе. При каждом переносе от звена к звену теряется большая часть (до 80 - 90%) потенциальной энергии, рассеивающейся в виде тепла. По этой причине число звеньев (видов) в цепи питания ограничено и не превышает обычно 4 - 5. В каждом биоценозе обычно имеется несколько цепей питания, которые в большинстве случаев сложно переплетаются.

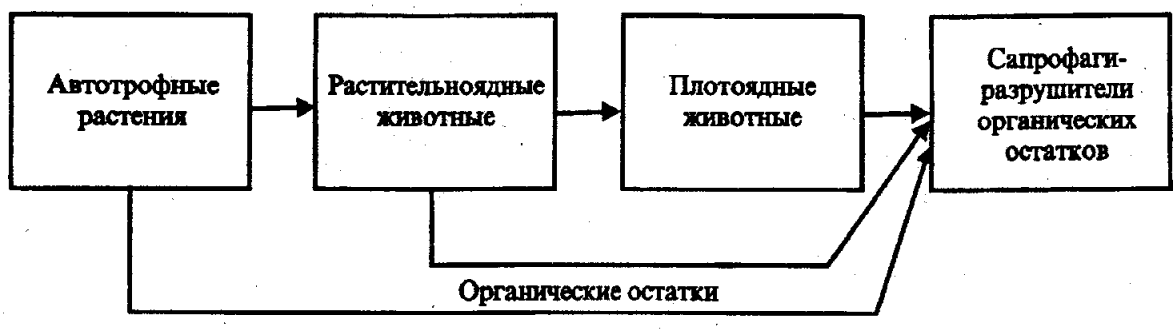


Рисунок 8. Принципиальная схема пищевой цепи (по В.И.Кормилицыну, М.С. Цицкишвили и Ю.И.Яламову, 1997)

Положение вида в цепи питания и его отношения с партнерами, представляющими собой выше- и нижележащие звенья в цепи питания, определяют его экологическую нишу. Таким образом, ***экологическая ниша*** - это место, занимаемое видом или, точнее, его популяцией в биоценозе.

Количество живого вещества всех групп растительных и животных организмов называют биомассой. Скорость продуцирования биомассы характеризуется продуктивностью биоценоза. Различают первичную продуктивность - биомассу растений, образовавшуюся в единицу времени при фотосинтезе, и вторичную - биомассу, продуцируемую животными (консументами), потребляющими первичную продукцию. Вторичная продукция образуется в результате использования гетеротрофными организмами энергии, запасенной автотрофами.

Продуктивность обычно выражают в единицах массы за один год в пересчете на сухое вещество на единицу площади или объема, которая значительно различается в различных растительных сообществах. Например, 1 га соснового леса производит в год 6,5 т биомассы, а плантация сахарного тростника - 34 - 78 т. В целом первичная продуктивность лесов земного шара является наибольшей по сравнению с другими формациями.

3.4. Общие сведения о строении Земли. Биосфера

Вокруг земного ядра (центральной части планеты) расположены концентрические слои, или оболочки, каждая из которых характеризуется соответствующим составом и свойствами вещества. Внешняя газовая оболочка Земли - ***атмосфера*** - не имеет верхней резкой границы и постепенно переходит в космическое пространство. В атмосфере сосредоточено только около одной миллиардной части массы Земли.

Гидросфера занимает большую часть площади нашей планеты. Ее средняя толщина, или мощность, составляет 3790 м, а масса $1,4*10^{18}$ т. Это соответствует 1/800 части общего объема планеты.

Твердая земная кора ограничена сверху атмосферой и гидросферой, а снизу поверхностью мантии Земли. Ее средняя мощность достигает 33 км. Масса коры составляет 0,8% общей массы Земли, а ее плотность изменяется в пределах 2,7 - 2,9 г/см^3 . Кора сложена твердыми горными породами. Ниже, до глубины 2900 км, располагается мантия Земли. Мантия Земли разделяется на верхнюю до глубины 950 км и нижнюю до 2900 км, характеризуется более однородным строением и непрерывным (по мере углубления) возрастанием плотности вещества от 3,5 до 5,6 г/см^3, а также повышением температуры. На долю мантии приходится 41% массы Земли. В пределах верхней мантии Земли, не превышающей глубину 410 км, обнаружен слой, характеризующийся своеобразным состоянием вещества, менее вязким и более пластичным, чем выше- и нижележащие слои Земли. Этот слой менее плотных "размягченных" горных пород, называемый *астеносферой*, рассматривается как слой относительно подвижного состояния вещества, что обусловлено его частичным плавлением.

Астеносфера (от греч. азйепез - слабый и сфера), слой пониженной твердости, прочности и вязкости в верхней мантии Земли. Расположен на глубинах около 100 км под континентами и около 50 км под дном океана; нижняя его граница находится на глубинах 250 - 350 км. Не исключена прерывистость слоя. Предполагается, что в пределах астеносферы, в связи с низким пределом текучести, происходит медленное перетекание масс в горизонтальном направлении под влиянием неравномерной нагрузки со стороны земной коры. Наличие астеносферы объясняется высоким геотермическим градиентом, высокой температурой вещества астеносферы, близкой к температуре плавления, и процессами релаксации. В пределах астеносферы лежат обычно очаги питания вулканов и осуществляется перемещение подкорковых масс, которые сопровождаются изменением формы залегания, объема, внутренней структуры и взаимного расположения тел горных пород. Эти изменения происходят под действием глубинных сил Земли, порождающие в земной коре условия местного направленного или всестороннего растяжения, сжатия или сдвига, так называемые тектонические процессы.

Земная кора и часть верхней мантии, расположенной выше астеносферы, образуют единый жесткий слой, называемый ***литосферой***. Литосфера (греч. *litos* - камень) - это внешняя твердая оболочка земного шара, состоящая из двух слоев: верхнего из осадочных пород с гранитом и нижнего - базальта. Она имеет сложное строение и меняется как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. Горные породы, слагающие литосферу, в одних местах залегают горизонтально, а в других собраны в складки, разбиты глубокими трещинами, и соседние блоки часто смещены друг относительно друга. Системы трещин нередко служат путями проникновения из глубин в литосферу магматических расплавов и рудоносных растворов. Литосфера по существу является своеобразной геосферой, отделенной от остальной части мантии активным поясом астеносферы.

Земная кора имеет ***среднюю толщину*** (мощность) 33 км и состоит из твердых каменных масс (минералов и горных пород). По своему составу и мощности она неодинакова в различных ее частях. Раздел между корой и ниже расположенной мантией Земли был установ-

лен югославским ученым А. Мохоровичичем и назван по его имени (раздел Мохоровичича). Ниже этого раздела (границы) плотность вещества увеличивается до 3,3 г/см^3 . На основе различия в составе и мощности выделяют три типа земной коры: 1) материковая; 2) океаническая; 3) кора переходных областей.

Материковая кора состоит из трех слоев и характеризуется неодинаковой мощностью в различных частях. Максимальная мощность этого типа земной коры характерна для горных районов, где она достигает 70- 80 км. Верхний слой состоит из осадочных пород. Ниже расположен гранитный слой, представленный магматическими и метаморфическими породами, преимущественно кислого состава, то есть с преобладанием пород типа гранитов. В подошве материковой коры залегают породы типа базальтов.

Океаническая кора значительно тоньше материковой и состоит из двух слоев. Ее минимальная мощность не превышает 5 - 7 км. Верхний слой земной коры здесь представлен рыхлыми глубоководными осадками. Мощность его обычно определяется в несколько сотен метров, а ниже располагается базальтовый слой мощностью в несколько километров. Кора переходных областей, то есть областей перехода от материка к океану. Здесь выделяют два различных типа перехода от континента к океану - тихоокеанский и атлантический. Наиболее характерным признаком материковой окраины тихоокеанского типа является наличие в ней активной сейсмичности и современного вулканизма. Для атлантического типа характерны стабильные условия, вследствие чего подошва земной коры имеет более выровненный рельеф. Сейсмичность для атлантического типа не типична, за исключением участков островных дуг, которые выражены в рельефе цепочками островов (Малые Антильские острова и др.).

Внутренние части земного шара представляют собой ряд концентрических слоев различной толщины и плотности. Масса Земли равна 5,98*10^{27} г, а ее средняя плотность 5,52 г/см^3 . Плотность горных пород, слагающих верхние слои Земли, равна 2,7 г/см^3 . Внутреннее строение Земли неоднородно. На глубине около 70 км и 2900 км наблюдаются скачкообразные увеличения плотности вещества Земли. Ядро Земли располагается в центральной части планеты на глубинах

более 2900 км. Его радиус составляет около 3500 км, а плотность – около 12,3 г/см^3 . Давление в ядре достигает 3,6х10^{11} Па, а температура -- порядка 4000 - 5000 ^{0}С.

Кроме отмеченных выше оболочек земли, закономерно сменяющих друг друга от верхних границ атмосферы к центру Земли, выделяется биосфера, которую также называют сферой жизни. Все геологически обозримое время жизнь на Земле развивалась как взаимосвязанная совокупность организмов, обеспечивающая непрерывный поток элементов в биогенном обмене веществ на поверхности нашей планеты. Высшим уровнем организации жизни на нашей планете является **биосферный**.

Биосферой называют ту часть земного шара, в пределах которой существует жизнь, представляющую собой оболочку Земли, состоящую из атмосферы, гидросферы и верхней части литосферы, которые взаимно связаны сложными биохимическими циклами миграции вещества и энергии. Верхний предел жизни биосферы ограничен интенсивной концентрацией ультрафиолетовых лучей; нижний - высокой температурой земных недр (свыше 100 ^{0}С). Крайних пределов ее достигают только низшие организмы - бактерии. В. И. Вернадский, создатель современного учения о биосфере, подчеркивал, что биосфера включает в себя собственно "живую пленку" Земли (сумму населяющих Землю в каждый данный момент живых организмов, "живое вещество" планеты) и область "былых сфер", очерченную распределением на Земле биогенных осадочных пород. Таким образом, ***биосфера*** *- это специфическим образом организованное единство всего живого и минеральных элементов.* Взаимодействие между ними проявляется в потоках энергии и вещества за счет энергии солнечного излучения. Биосфера является самой крупной (глобальной) экосистемой Земли - областью системного, взаимодействия живого и косного вещества на планете. По определению В. И. Вернадского, "пределы биосферы обусловлены прежде всего полем существования жизни".

Здесь уместно отметить, что *биосферу не следует представлять как совокупность биогеоценозов, а лучше представлять ее иерархической структурой экосистем и геосистем.*

В.И.Вернадский выделил в биосфере **семь** разных, но **геологически взаимосвязанных типов веществ:**

- живое вещество;
- биогенное вещество (горючие ископаемые, известняки и т.п., продукты живого);
- косное вещество, образованное в результате процессов, в которых живые организмы не участвуют;
- биокосное вещество (например, почва);
- радиоактивное вещество;
- рассеянные атомы;
- вещества космического происхождения (метеориты, пыль космическая).

Центральное звено в концепции В.И.Вернадского - представление о ***живом веществе***. **Живое** (вещество) (по В.И.Вернадскому) - "совокупность всех живых организмов, в данный момент существующих, численно выраженная в элементарном химическом составе, весе, энергии. Оно связано с окружающей средой биогенным потоком атомов: своим дыханием, питанием и размножением".

Живые организмы обладают очень высокой геохимической активностью. В течение миллиардов лет живое вещество на Земле использовало и трансформировало в ходе образования биокосных тел колоссальное количество солнечной энергии.

"Несомненно, что энергия, придающая биосфере ее обычный облик, имеет космическое происхождение. Она исходит из Солнца в форме лучистой энергии. Но именно живое, совокупность жизни, превращает космическую лучистую энергию в земную, химическую (физическую) и создает бесконечное разнообразие нашего мира" (Вернадский). Жизнь - это связующее звено между Космосом и Землей.

Решающее значение в образовании биосферы сыграли растения. Это единственная группа организмов, способная синтезировать органическое вещество - основу существования и развития живого мира - из минерального, используя углекислый газ, воду и солнечную энергию (фотоны). Суммарно реакция фотосинтеза выражается схемой:

$$6\,CO_2 + 6\,H_20 + 624\ \text{ккал} \xrightarrow[\text{хлорофилл}]{\text{лучи Солнца}} C_6H_{12}0_6 + 60_2$$

Другой способ создания органического вещества с использованием не солнечной, а химической энергии ***(хемосинтез)*** дает немного органических веществ, но он важен для круговорота азота и ряда других биосферных процессов.

Биосфера - сложная система, улавливающая, накапливающая, переносящая энергию путем обмена веществ между живым и окружающей средой. Она способна поддерживать равновесие состояния между всеми составляющими. *Основой динамического равновесия и устойчивости биосферы является* ***круговорот веществ*** *с превращением энергии.*

Основные принципы естественного устройства биосферы можно кратко изложить в следующих важнейших тезисах:

- *биосфера использует внешние источники энергии* (солнечный свет и энергию радиоактивного разогрева земных недр). Это позволяет упорядочить структуру биосферы, усложнять ее организацию, эффективно использовать свободную энергию, не вызывая загрязнения окружающей среды. Постоянный приток определенного количества энергии, ее использование и рассеяние в виде тепла создало эволюционно сложившийся тепловой баланс в биосфере;

- *биосфера использует вещество в основном в форме круговоротов.* Биогеохимические циклы элементов отработаны эволюционно и не приводят к накоплению вредных отходов. В биосфере преимущественно используются легкие (биогенные) элементы;

- в *биосфере существует огромное многообразие видов и биологических сообществ.* Конкурентные и хищнические отношения между видами способствуют установлению равновесия между отдельными видами, при этом практически отсутствуют доминирующие виды с чрезмерной численностью, что обеспечивает защиту биосферы от чрезмерной опасности со стороны внутренних факторов.

Иерархия - расположение частей или элементов целого ступенчатым рядом ***от высшего к низшему***. На каждом уровне "лестницы"

в результате взаимодействия живого вещества с окружающей средой возникают соответствующие экологические системы. Биосфера состоит из систем более низкого иерархического уровня: суши (террабиосфера), океана (гидробиосфера), атмосферы (аэробиосфера), глубин Земли (литосфера).

Экосистема суши делится на крупные эволюционно возникшие экосистемы ранга биогеографической области, которые состоят из природных поясов, а те, в свою очередь, из ландшафтных провинций - биомов (леса умеренного пояса, тундра, степи, саванны и т.д.).

В биомы входят индивидуальные ландшафты, состоящие из биогеоценотических комплексов, объединяющих биогеоценозы - элементарные первичные структурные единицы биосферы.

Рельеф - совокупность форм земной поверхности, различных по очертаниям, размерам, происхождению, возрасту и истории развития; слагается из положительных (выгнутых) и отрицательных (вогнутых) форм. По масштабу различают: макрорельеф, мезорельеф, нанорельеф.

Микроклимат - климат небольшой территории или искусственного образования (опушки леса, склона холма, города и т.д.).

Живыми компонентами биогеоценоза (экосистемы) являются продуценты, консументы и редуценты, а неживыми - солнечная энергия, воздух, вода, субстрат (на суше - почва, на дне водоемов - грунт).

Примером биогеоценоза может служить озеро. Имеет четкую границу фитопланктон, водоросли, которые синтезируют органическое вещество, используя солнечный свет, минеральные соли и углекислый газ, растворенный в воде. Зоопланктон питается фитопланктоном. Его поедают мелкие рыбы, а их - хищные рыбы. Таким образом, в озере существует пищевая цепь, отдельные звенья которой зависят друг от друга. Исчезновение фитопланктона неизбежно ведет к гибели других видов.

В экосистемах количество энергии, идущей от солнечного света через растения к животным, определяет общую численность организмов и их биомассу. При переходе энергии от одного трофического уровня к другому происходит ее рассеивание. И только около 10% энергии передается на следующий трофический уровень *(правило*

*10% **Линдемана**). В* 1942 г. американский ученый Р.Линдеман изложил основные метода расчета энергетического баланса экологических систем. С этого времени стали возможными расчеты и прогнозирование предельной продуктивности биоценозов (сообществ) в конкретных условиях.

Живое вещество - это совокупность и биомасса живых организмов в биосфере. Живое вещество нашей планеты существует в виде огромного множества организмов разнообразных форм и размеров. В настоящее время на Земле существует более 2 млн. организмов , из них 0,5 - растения, 1,5 - растения и микроорганизмы (из них 1 млн. насекомых).

Таблица биомассы организмов Земли.

Среда	Организмы	Масса, 10^{12} т	%
Суша	Растения	2,4	99,04
	Животные	0,02	0,825
Океаны	Растения	0,0002	0,008
	Животные	0,003	0,124
Суммарный	Общая биомасса	2,4232	100

Биосфера является сбалансированной саморегулирующейся системой. Этому способствует биоразнообразие. Биологическое разнообразие - число различных типов биологических объектов или явлений и частота их встречаемости на фиксированном интервале пространства и времени, отражающие сложность живого вещества, способность его к саморегуляции своих функций и возможность его разностороннего использования.

Саморегуляция в экосистеме (биогеоценозе) - способность к восстановлению внутреннего равновесия после какого-либо природного или антропогенного воздействия.

В химии живых систем установлен весьма интересный факт. Дело в том, что для любой органической субстанции в природе существует фермент, способный эту вырабатываемую живыми организмами субстанцию на каком-то этапе разложить. Отсюда вечный круговорот веществ, отсюда вечность самой жизни. Каждому субстрату в этом

взаимодействии уготовано свое место и определена роль в биологическом круговороте, поэтому важно наличие **биоразнообразия** в биосфере.

Экология сообществ и экологические сукцессии. Экосистемы формируются из сообществ (биоценозов) и их неживого окружения. Живой компонент экосистемы - сообщество (биоценоз) - это совокупность взаимодействующих популяций, занимающих определенную территорию. Сообщество функционирует как динамическая единица с различными трофическими уровнями, через него проходит поток энергии и совершается круговорот питательных веществ.

Жизнь любого живого существа невозможна без других. Связи между разными организмами называют ***биотическими.***

Биотические факторы - это формы воздействия живых существ друг на друга; взаимные связи организмов - основа существования популяций, биоценозов.

Прямые связи - наблюдаются при непосредственном влиянии одного вида на другой (например, хищника на жертву, пищевые связи).

Косвенные связи осуществляются через влияние на внешнюю среду.

Межпопуляционные взаимодействия в сообществе (типы биологических взаимодействий) - это связи популяций разных видов в пределах сообщества; выделяют следующие отношения: нейтральные, конкурентные, паразитические, хищнические, симбиотические, мутуализм, комменсализм, антагонизм. При этом *конкуренция* - один из главных типов отношений, определяющих состав природных сообществ; конкурирующие виды вместе не уживаются.

Пищевые (трофические) связи - являются основными в природе, поддерживают жизнь, влияют на численность взаимодействующих видов и на ход их эволюции; каждый вид служит источником вещества и энергии для других видов (трофическая или пищевая цепь).

Цепь трофическая (пищевая цепь, цепь питания) - взаимоотношения между организмами, через которые в экосистеме происходит трансформация вещества и энергии; группы особей, связанные друг с

другом отношением "пища - потребитель" (т.е. цепь, в которой каждое предыдущее звено служит пищей для последующего).

Структура сообщества создается постепенно в течение определенного времени. Примером, который можно использовать как модель развития сообщества, служит заселение организмами обнаженной горной породы на недавно образовавшемся вулканическом острове. Деревья и кустарники не могут расти на голой скальной породе, так как здесь нет необходимой для них почвы. Однако водоросли и лишайники разными способами попадают на такие территории и заселяют их, образуя пионерные сообщества. Постепенное накопление отмерших и разлагающихся организмов и эрозия горной породы в результате выветривания приводят к формированию слоя почвы, достаточного для того, чтобы здесь смогли поселиться более крупные растения, такие как мхи и папоротники. В конце концов за этими растениями последуют еще более крупные и требовательные к питательным веществам формы - семенные растения, включая травы, кустарники и деревья. На рис. 5 представлена схема типичной последовательности такого рода сообществ.

В процессе эволюции биосферы выделяют **3 этапа** :

Биосфера (человек воздействовал на природу незначительно. Возраст человечества примерно 1,5 млн. лет).

Биотехносфера - современная биосфера - это результат длительной эволюции органического мира и неживой природы. Человеческое общество - это один из этапов развития жизни на Земле. Деятельность человека следует рассматривать как составную часть биосферы. Техника - это качественно новый этап ее развития. Возникает вопрос - каким путем пойдет развитие человека и биосферы в будущем, какими средствами избежать необратимых последствий в природе. Предотвратить изменения невозможно. Очевидно , что следует научиться управлять процессами между человеком и природой так , чтобы они были взаимовыгодны.

Ноосфера - сфера разума. Это понятие ввел французский математик и философ Ле-Руа в 1927 году, а обосновал Вернадский в 1944 г. Это высшая стадия развития биосферы, когда разумная деятельность человека становится главным, определяющим фактором

развития. В ноосфере человек становится крупной геологической силой, он перестраивает своим трудом и мыслью область своей жизни. Человек неразрывно связан с биосферой, уйти из нее не может. Его существование - есть функция биосферы, которую он неизбежно изменяет.

3.5. Вклад В.И.Вернадского в учение о биосфере

Концепцию биосферы определил взгляд Вернадского на проблему происхождения жизни. Из нескольких вариантов: 1) жизнь возникла до образования Земли и была занесена на нее; 2) жизнь зародилась после образования Земли; 3) жизнь возникла вместе с формированием Земли, — Вернадский придерживался последнего и считал, что нет убедительных научных данных, что живое когда-либо не существовало на нашей планете. Иными словами, биосфера была на Земле всегда.

Вернадский под ***биосферой*** *понимал тонкую оболочку Земли, в которой все процессы протекают под прямым воздействием живых организмов*. Биосфера располагается на стыке литосферы, гидросферы и атмосферы. В атмосфере верхние границы жизни определяются озоновым экраном — тонким слоем озона на высоте 16-20 км. Океан населен жизнью целиком до дна самых глубоких впадин в 10-11 км. В твердую часть Земли жизнь проникает до 3 км (бактерии в нефтяных месторождениях).

Занимаясь созданной им *биогеохимией,* изучающей распределение химических элементов по поверхности планеты, Вернадский пришел к выводу, что нет практически ни одного элемента из таблицы Менделеева, который не включался бы в живое вещество. Он сформулировал ***три биогеохимических принципа***.

1. *Биогенная миграция* химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению.

2. *Эволюция видов* в ходе геологического времени, приводящая к созданию устойчивых в биосфере форм жизни, идет в направлении, усиливающем биогенную миграцию атомов. Этот принцип при антропогенном измельчании средних размеров особей биоты Земли (лес

сменяется лугом, крупные животные мелкими) начинает действовать аномально интенсивно.

3. *Живое вещество* находится в непрерывном химическом обмене с окружающей его средой, создающейся и поддерживающейся на Земле космической энергией Солнца. Вследствие нарушения двух первых принципов космические воздействия из поддерживающих биосферу могут превратиться в разрушающие ее факторы.

Данные геохимические принципы соотносятся со следующими важными выводами Вернадского: *каждый организм может существовать только при условии постоянной тесной связи с другими организмами и неживой природой; жизнь со всеми ее проявлениями произвела глубокие изменения на нашей планете*. Совершенствуясь в процессе эволюции, живые организмы все шире распространялись по планете, стимулируя перераспределение энергии и вещества.

- ***Первым выводом*** из учения о биосфере является принцип целостности биосферы. «Можно говорить о всей жизни, о всем живом веществе как о едином целом в механизме биосферы» *(Вернадский В.И. Биосфера.- С. 22).* Строение Земли, по Вернадскому, есть согласованный механизм. «Твари Земли являются созданием сложного космического процесса, необходимой и закономерной частью стройного космического механизма» *(Там же. -С. 11).*

- Узкие пределы существования жизни — физические постоянные, уровни радиации и т. п. — подтверждают это. Как будто кто-то создал такую среду, чтобы жизнь стала возможна. Какие условия и константы имеются в виду? *Гравитационная постоянная или константа всемирного тяготения,* определяет размеры звезд, температуру и давление в них, влияющие на ход реакции. Если она будет чуть меньше, звезды станут недостаточно горячими для протекания в них термоядерного синтеза; если чуть больше, звезды превзойдут «критическую массу» и обратятся в черные дыры. *Константа сильного взаимодействия* определяет ядерный заряд в звездах. Если ее изменить, цепочки ядерных реакций не дойдут до азота и углерода. Постоянная электромагнитного взаимодействия определяет конфигурацию электронных оболочек и прочность химических связей; ее изменение делает Вселенную мертвой. Это находится в соответствии с

антропным принципом, по которому при создании моделей развития мира следует учитывать реальность существования человека.

- ***Принцип гармонии биосферы и ее организованности***. В биосфере «все учитывается и все приспособляется с той же точностью, с той же механичностью и с тем же подчинением мере и гармонии, какую мы видим в стройных движениях небесных светил и начинаем видеть в системах атомов вещества и атомов энергии» *(Там же. - С. 24).*

- ***Роль живого в эволюции Земли***. «На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом... Все минералы верхних частей земной коры — свободные алюмокремниевые кислоты (глины), карбонаты (известняки и доломиты), гидраты окиси Fe и А1 (бурые железняки и бокситы) и многие сотни других — непрерывно создаются в ней только под влиянием жизни» *(Там же. -С. 21).* Лик Земли фактически сформирован жизнью.

- ***Космическая роль биосферы в трансформации энергии***. Вернадский подчеркивал важное значение энергии и называл живые организмы механизмами превращения энергии. «Можно рассматривать всю эту часть живой природы как дальнейшее развитие одного и того же процесса превращения солнечной световой энергии в действенную энергию Земли» *(Там же. - С. 22).*

- Космическая энергия вызывает ***давление жизни***, которое достигается размножением. Размножение организмов уменьшается по мере увеличения их количества. Размеры популяции возрастают до тех пор, пока среда может выдерживать их дальнейшее увеличение, после чего достигается равновесие. Численность колеблется вблизи равновесного уровня.

- ***Растекание жизни*** есть проявление ее *геохимической энергии*. Живое вещество, подобно газу, растекается по земной поверхности в соответствии с *правилом инерции.* Мелкие организмы размножаются гораздо быстрее, чем крупные. Скорость передачи жизни зависит от плотности живого вещества.

- ***Понятие автотрофности***. Автотрофными называют организмы, которые берут все нужные им для жизни химические элементы из окружающей их косной материи и не требуют для построения своего тела готовых соединений другого организма. Поле существования этих зеленых автотрофных организмов определяется областью проникновения солнечных лучей.

- ***Жизнь целиком определяется полем устойчивости зеленой растительности***, а пределы жизни — физико-химическими свойствами соединений, строящих организм, их неразрушимостью в определенных условиях среды. Максимальное поле жизни определяется крайними пределами выживания организмов. Верхний предел жизни обусловливается лучистой энергией, присутствие которой исключает жизнь и от которой предохраняет озоновый щит. Нижний предел связан с достижением высокой температуры. Интервал в 433° С (от минус 252° С до плюс 180° С) является предельным тепловым полем.

- ***Биосфера*** в основных своих чертах представляет *один и тот же химический аппарат* с самых древних геологических периодов. Жизнь оставалась в течение геологического времени постоянной, менялась только ее форма. *Само живое вещество не является случайным созданием.*

- ***Всюдность жизни в биосфере***. Жизнь постепенно, медленно приспосабливаясь, захватила биосферу, и захват этот не закончился. Поле устойчивости жизни есть результат приспособленности в ходе времени.

- ***Формы нахождения химических элементов***: а) горные породы и минералы; б) магмы; в) рассеянные элементы; г) живое вещество. *Закон бережливости* в использовании живым веществом простых химических тел: раз вошедший элемент проходит длинный ряд состояний и организм вводит в себя только необходимое количество элементов.

- ***Постоянство количества живого вещества в биосфере***. Количество свободного кислорода в атмосфере того же порядка, что и количество живого вещества ($1{,}5 \times 10^{21}$ г и 10^{20}-10^{21} г). Это обобщение справедливо в рамках значительных геологических отрезков времени,

и оно следует из того, что живое вещество является посредником между Солнцем и Землей и стало быть либо его количество должно быть постоянным, либо должны меняться его энергетические характеристики.

- ***Всякая система достигает устойчивого равновесия***, когда ее свободная энергия равняется или приближается к нулю, т. е. когда вся возможная в условиях системы работа произведена. Понятие устойчивого равновесия является исключительно важным, и мы к нему вернемся позже.

Эволюцию биосферы изучает раздел экологии, который называется *эволюционной экологией*. Одним из важнейших направлений в изучении эволюции является изучение *форм жизни*. Здесь можно отметить несколько этапов.

1-й этап - *клетки без ядра, но имеющие нити ДНК*, напоминают нынешние бактерии и сине-зеленые водоросли. Возраст таких самых древних организмов около 3 млрд. лет. Их *свойства*: 1) подвижность; 2) питание и способность запасать пищу и энергию; 3) защита от нежелательных воздействий; 4) размножение; 5) раздражимость; 6) приспособление к изменяющимся внешним условиям; 7) способность к росту.

2-й этап. На этом этапе (приблизительно 2 млрд. лет тому назад) в клетке *появляется ядро*. Одноклеточные организмы с ядром называются простейшими. Их 25-30 тыс. видов. Самые простые их них — амебы. Инфузории имеют еще и реснички. Ядро простейших окружено двухмембранной оболочкой с порами и содержит хромосомы и нуклеоли. Ископаемые простейшие — радиолярии и фораминиферы — основные части осадочных горных пород. Многие простейшие обладают сложным двигательным аппаратом.

3-й этап. Примерно 1 млрд. лет тому назад появились *многоклеточные организмы*. В результате растительной деятельности — фотосинтеза — из углекислоты и воды при использовании солнечной энергии, улавливаемой *хлорофиллом*, создавалось органическое вещество. Возникновение и распространение растительности привело к коренному изменению состава атмосферы, первоначально имевшей

очень мало свободного кислорода. Растения, ассимилирующие углерод из углекислого газа, создали *атмосферу, содержащую свободный кислород*, который не только активный химический агент, но и источник озона, преградившего путь коротким ультрафиолетовым лучам к поверхности Земли.

Л. Пастером выделены следующие две важные точки в эволюции биосферы:

- Момент, когда уровень содержания кислорода в атмосфере Земли достиг примерно ***1% от современного***. С этого времени стала возможной *аэробная жизнь*. Геохронологически это архей. Предполагается, что накопление кислорода шло скачкообразно и заняло не более 20 тыс. лет.

- Достижение содержания кислорода в атмосфере около ***10% от современного.*** Это привело к возникновению предпосылок формирования озоносферы. В результате жизнь стала возможной на мелководье, а затем и на суше.

В соответствии с данными палеонтологии можно считать, что в протерозойскую геологическую эру (700 млн. лет назад) появлялись бактерии, водоросли, примитивные беспозвоночные; в палеозойскую (365 млн. лет назад) — наземные растения, амфибии; в мезозойскую (185 млн. лет назад) — млекопитающие, птицы, хвойные растения; в кайнозойскую (70 млн. лет назад) — современные группы. Конечно, следует иметь в виду, что палеонтологическая летопись неполна.

К важным свойствам живых систем относятся:

- ***Компактность.*** 5 х 10^{15} г ДНК, содержащейся в оплодотворенной яйцеклетке кита, заключена информация для подавляющего большинства признаков животного, которое весит 5 х 10^{7} г (масса возрастает на 22 порядка).

- ***Способность создавать порядок*** из хаотического теплового движения молекул и тем самым противодействовать возрастанию энтропии. Живое потребляет отрицательную энтропию и работает против теплового равновесия, увеличивая, однако, энтропию окружающей среды. Чем более сложно устроено живое вещество, тем более в нем скрытой энергии и энтропии.

- ***Обмен с окружающей средой*** веществом, энергией и информацией. Живое способно ассимилировать полученные извне вещества, т. е. перестраивать их, уподобляя собственным материальным структурам и за счет этого многократно воспроизводить их.

- ***Петли обратной связи***, образующиеся при автокаталитических реакциях, играют большую роль в метаболических функциях.

- ***Жизнь качественно превосходит другие формы*** существования материи в плане многообразия и сложности химических компонентов и динамики протекающих в живом превращений. Живые системы характеризуются гораздо более высоким уровнем упорядоченности и асимметрии в пространстве и времени. Структурная компактность и энергетическая экономичность живого — результат высочайшей упорядоченности на молекулярном уровне.

- ***В самоорганизации*** неживых систем молекулы просты, а механизмы реакций сложны; в самоорганизации живых систем, напротив, схемы реакций просты, а молекулы сложны.

- ***У живых систем есть прошлое***. Целостные структуры атомной физики состоят из определенного числа элементарных ячеек, атомного ядра и электронов и не обнаруживают никакого изменения во времени, разве что испытывают нарушение извне. В случае такого внешнего нарушения они, правда, как-то реагируют на него, но если нарушение было не слишком большим, они по прекращению его снова возвращаются в исходное положение.

- ***Жизнь организма*** зависит от двух факторов — *наследственности,* определяемой генетическим аппаратом, и *изменчивости,* зависящей от условий окружающей среды и реакции на них индивида. Интересно, что сейчас жизнь на Земле не могла бы возникнуть из-за кислородной атмосферы и противодействия других организмов. Единожды зародившись, жизнь находится в процессе постоянной эволюции.

- ***Способность к избыточному самовоспроизводству***. «Прогрессия размножения, столь высокая, что она ведет к борьбе за жизнь и ее последствию — естественному отбору» *(Дарвин Ч. Соч. Т.3.-М.-Л.,1939.-С.666).*

Как считает большинство биологов, *различия* между растениями и животными можно разделить на ***три группы***: 1) по структуре клеток и их способности к росту; 2) по способу питания; 3) по способности к движению. Отнесение к одному из царств проводится не по каждому признаку, а по совокупности различий. Так, кораллы, речная губка-бодяга всю жизнь остаются неподвижными, и тем не менее, имея в виду другие свойства их относят к животным. Существуют насекомоядные растения, которые по способу питания относятся к животным. Выделяют и переходные типы, как, скажем, евглена зеленая, которая питается как растение, а двигается, как животное. И все же три отмеченные группы различий помогают в подавляющем большинстве случаев.

У животных клеток есть *центриоли*, но нет *хлорофилла* и клеточной стенки, мешающей изменению формы. Что касается различий в способе питания, то большинство растений необходимые для жизни вещества получают в результате поглощения минеральных соединений. Животные питаются готовыми органическими соединениями, которые создают растения в процессе фотосинтеза.

Эволюцию экосистем называют *экогенезом*, понимаемым как *совокупность процессов и закономерностей необратимого развития биогеоценозов и биосферы в целом*.

Одной из таких закономерностей можно назвать увеличение роли живого вещества и продуктов его жизнедеятельности в геологических, геохимических и физико-географических процессах и усиление преобразующего воздействия жизни на атмосферу, гидросферу и литосферу (пример с созданием кислородной атмосферы весьма показателен).

К другим закономерностям относят *прогрессирующее накопление* аккумулированной солнечной энергии в поверхностных оболочках Земли, увеличение общей биомассы и продуктивности в биосферы и ее информационной емкости, возрастание дифференцированности физико-географической структуры биосферы, расширение сферы действия биотического круговорота и усложнение его структуры, а также трансформирующее воздействие человеческой деятельности.

Лекция 4.
ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ЭКОЛОГИИ.

4.1. Закон минимума
4.2. Закон толерантности
4.3. Обобщающая концепция лимитирующих факторов
4.4. Закон конкурентного исключения
4.5. Основной закон экологии
4.6. Другие экологические законы и принципы

Как любая наука, экология выявляет закономерности протекания изучаемых процессов и формулирует их в виде кратких логических и проверенных практикой положений - **законов**. Рассмотрим ряд основных законов экологии, всего их установлено около 250 (Реймерс, 1994) законов, закономерностей, правил, принципов.

Задачей экологии является поиск законов функционирования и развития данной области реальности. Исторически первым для экологии был закон, устанавливающий зависимость живых систем от факторов, ограничивающих их развитие (так называемых лимитирующих факторов).

4.1. Закон минимума

Фундаментальными основополагающими законами экологии являются *закон Либиха (**закон минимума**),* и *закон Шелфорда (**закон толерантности**).*

Первоначально было установлено, что развитие живых организмов ограничивает недостаток какого-либо компонента, например, минеральных солей, влаги, света и т.п. В середине XIX века немецкий химик-органик Юстас Либих первым экспериментально доказал, что рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в относительно минимальном количестве. Он назвал это явление законом минимума; в честь автора его еще называют законом Либиха. Сформулированный им закон гласил: «Веществом, находящимся в минимуме, управляется урожай и определяется величина и устойчи-

вость последнего во времени». Впоследствии к питательным веществам добавили ряд других факторов, например температуру.

В современной формулировке ***закон минимума*** звучит так: ***выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей.*** Действие данного закона ограничивают ***два принципа***. *Первый*: закон Либиха строго применим только в *условиях стационарного состояния*. Более точная формулировка: «при стационарном состоянии лимитирующим будет то вещество, доступные количества которого наиболее близки к необходимому минимуму». *Второй принцип* касается взаимодействия факторов. Высокая концентрация или доступность некоторого вещества может изменять потребление минимального питательного вещества. Организм иногда заменяет одно, дефицитное, вещество другим, имеющимся в избытке, но со сходными свойствами (закон компенсации факторов, Э.Рюбель, 1930).

4.2. Закон толерантности Шелфорда

Понятие о том, что наравне с минимумом лимитирующим фактором может быть и максимум, ввел спустя 70 лет после Либиха американский зоолог В.Шелфорд, сформулировавший закон толерантности. Согласно ***закону толерантности лимитирующим фактором процветания популяции (организма) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, а диапазон между ними определяет величину выносливости (предел толерантности) или экологическую валентность организма к данному фактору.*** Он формулируется следующим образом: отсутствие или невозможность развития экосистемы определяется не только недостатком, но и избытком любого из факторов (тепло, свет, вода и пища). Следовательно, организмы характеризуются как **экологическим минимумом, так и максимумом**. Диапазон между двумя величинами составляет *пределы толерантности*, или амплитуду толерантности, в которых организм нормально реагирует на влияние среды. Можно сформулировать ряд предложений, дополняющих его.

- Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий в отношении другого.

- Организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены.

- Если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то может сузиться диапазон толерантности к другим экологическим факторам.

- Период размножения обычно является критическим; в этот период многие факторы среды часто оказываются лимитирующими.

Живые организмы изменяют условия среды, чтобы ослабить лимитирующее влияние физических факторов. Виды с широким географическим распространением образуют адаптированные к местным условиям популяции, называемые *экотипами.* Их оптимумы и пределы толерантности соответствуют местным условиям. В зависимости от того, закреплены ли экотипы генетически, можно говорить об образовании генетических рас или о простой физиологической акклиматизации.

4.3. Обобщающая концепция лимитирующих факторов

Для разных видов растений и животных условия, в которых они особенно хорошо себя чувствуют, неодинаковы. Например, одни растения предпочитают очень влажную почву, другие - сухую. Одни требуют сильной жары, другие лучше переносят более холодную среду и т.п. В лабораторных экспериментах эти различия проявляются особенно четко.

Проведены следующие лабораторные исследования. Растения выращивают в различных камерах, где контролируются все абиотические факторы. При этом один фактор изменяется, а остальные остаются неизменными. В данном случае изменяется температура. Результаты показывают, что по мере повышения температуры от некоторой величины, ниже которой рост вообще не возможен, растение развивается всё лучше и лучше, пока скорость роста не достигнет максимального значения. При дальнейшем повышении температуры растение будет чувствовать себя всё хуже и хуже и в конечном итоге

погибнет. Графически это можно изобразить следующим образом (рисунок 6)

У каждого фактора, влияющего на рост, размножение и выживание организма, есть оптимум, зона стресса и далее зона, в которой существование данного организма не возможно.

Зона оптимума - это обычно диапазон температур, а не конкретная величина т.е. диапазон температур, при которых максимальна скорость роста.

Слева и справа от зоны оптимума находятся ***зоны стресса,*** в них растение испытывает стресс с скорость роста резко уменьшается.

Диапазон устойчивости - диапазон температур, в котором возможен рост растения.

Предел устойчивости - минимальная и максимальная температура пригодная для жизни.

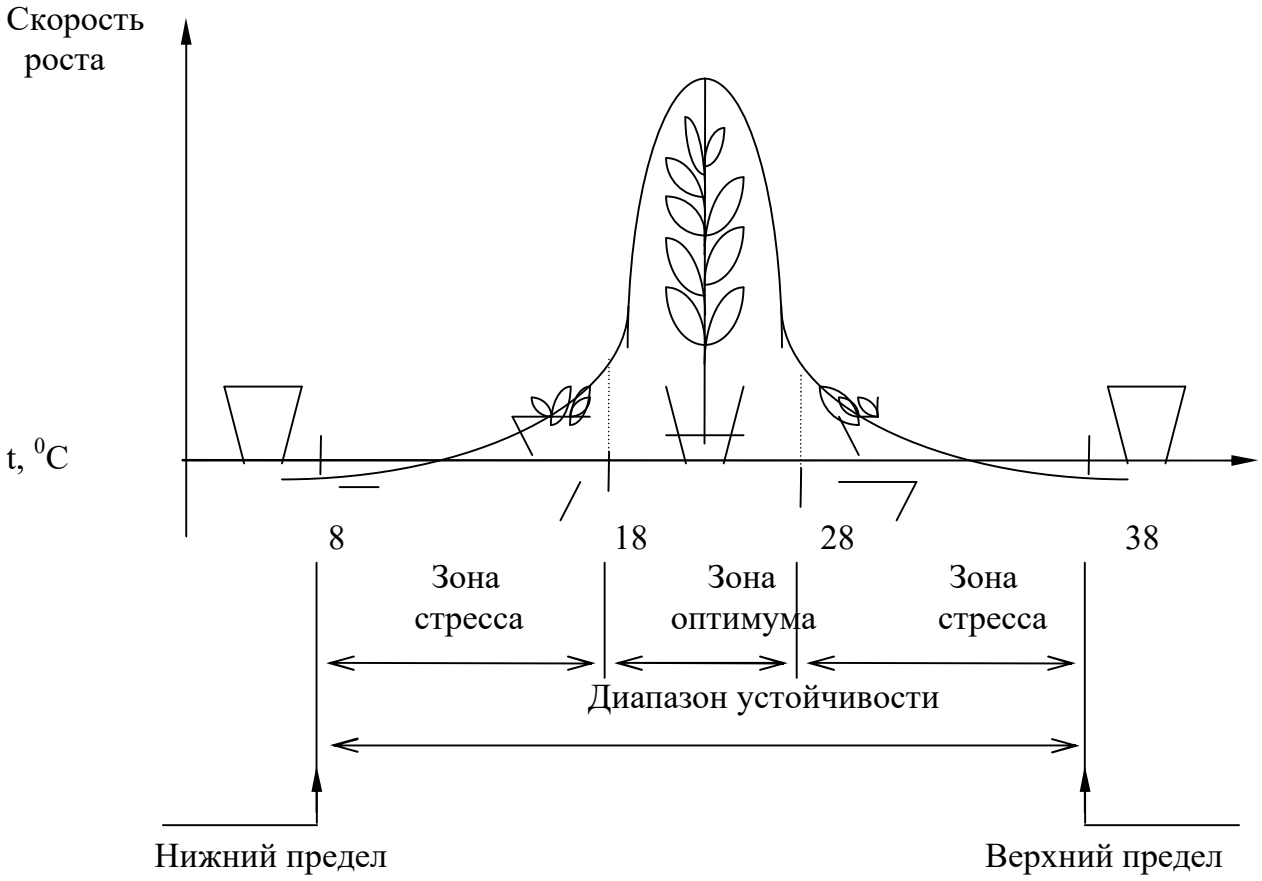


Рисунок 9. Иллюстрация лимитирующего фактора

Подобные эксперименты показывают, что виды могут существенно различаться с точки зрения оптимальных условий и пределов

устойчивости. Например, количество воды оптимальное для одного вида вызывает стресс у другого и приводит к гибели третий вид. Некоторые растения вообще не переносят заморозков (t<0°C), это ведёт к их гибели, другие растения способны выжить при небольших холодах, а есть растения, для которых несколько недель отрицательных температур - необходимое условие завершения жизненного цикла. То же самое справедливо и для других экологических факторов.

В описанном выше эксперименте изменялся только один фактор, а остальные как бы соответствовали зоне оптимума. Таким образом мы наблюдали действие *закона **лимитирующего фактора***.

Даже единственный фактор за пределами своего оптимума приводит к стрессовому состоянию организма, а в пределе - к его гибели. Действие закона распространяется не только на царство растений, но также и на царство животных.

Такой фактор называется *лимитирующим.* Это относится к любому влияющему на рост параметру, которого «слишком мало» или «слишком много». Например, гибель растений вызывается и чрезмерным поливом и избытком удобрений, так и недостатком воды и питательных веществ. Дальнейшие наблюдения показали, что это относится ко всем влияющим на организм абиотическим и биотическим факторам. Это может быть и конкуренция, хищничество и паразитизм.

Наиболее *важными факторами* на суше являются свет, температура и вода (осадки), а в море — свет, температура и соленость. Все факторы среды зависят друг от друга и действуют согласованно.

Из других лимитирующих факторов можно отметить атмосферные газы (углекислый газ, кислород) и биогенные соли. Формулируя *«закон минимума», Либих* имел в виду лимитирующее воздействие жизненно важных химических элементов, присутствующих в среде в небольших и непостоянных количествах. Они называются микроэлементами и к ним относятся железо, медь, цинк, бор, кремний, молибден, хлор, ванадий, кобальт, йод, натрий. Многие микроэлементы, подобно витаминам, действуют как катализаторы. Фосфор, калий, кальций, сера, магний, требующиеся организмам в сравнительно больших количествах, называются макроэлементами.

Важным лимитирующим фактором в современных условиях является *загрязнение природной среды.* Оно происходит в результате внесения в среду веществ, которых в ней либо не было (металлы, новые синтезированные химические вещества) и которые не разлагаются вовсе, либо существующих в биосфере (например, углекислый газ), но вносимых в чрезмерно больших количествах, не дающих возможности переработать их естественным способом. Образно говоря, *загрязняющие вещества* — это ресурсы не на своем месте. Загрязнение приводит к нежелательному изменению физических, химических и биологических характеристик среды, которое оказывает неблагоприятное влияние на экосистемы и человека.

Загрязнение увеличивается как в результате роста населения и его потребностей, так и в результате использования новых технологий, обслуживающих эти потребности. Оно бывает *химическим, тепловым, шумовым*.

Преодоление лимитирующих факторов требует огромных затрат вещества и энергии. Для удвоения урожая необходимо десятикратное увеличение количества удобрений, ядохимикатов и мощности (животных или машин).

К лимитирующим факторам относится и *численность популяции*. Это обобщается в **принципе Олли**: «степень агрегации (так же, как и общая плотность), при которой наблюдается оптимальный рост и выживание популяции, варьирует в зависимости от вида и условий, поэтому как «недонаселенность» (или отсутствие агрегации), так и перенаселенность могут оказывать лимитирующее влияние». Некоторые экологи считают, что принцип Олли приложим и к человеку. Если это так, то отсюда возникает потребность в определении максимальной величины городов, стремительно растущих в настоящее время.

4.4. Закон конкурентного исключения

Данный закон формулируется следующим образом: *два вида, занимающие одну экологическую нишу, не могут сосуществовать в одном месте неограниченно долго.* То, какой вид побеждает, зависит от внешних условий. В сходных условиях победить может каждый.

Важным для победы обстоятельством является скорость роста популяции. Неспособность вида к биотической конкуренции ведет к его оттеснению и необходимости приспособления к более трудным условиям и факторам.

Закон конкурентного исключения может работать и в человеческом обществе. Особенность его действия в настоящее время заключается в том, что цивилизации не могут разойтись. Им некуда уйти со своей территории, потому что в биосфере нет свободного места для расселения и нет избытка ресурсов, что приводит к обострению борьбы со всеми вытекающими отсюда последствиями. Можно говорить об *экологическом* соперничестве между странами и даже экологических войнах или войнах, обусловленных экологическими причинами. В свое время Гитлер оправдывал агрессивную политику нацистской Германии борьбой за жизненное пространство. Ресурсы нефти, угля и т. п. и тогда были важны. Еще больший вес они имеют в конце XX века, да добавилась необходимость территории для захоронения радиоактивных и прочих отходов. Войны — горячие и холодные — приобретают экологическую окраску. Многие события в современной истории, например распад СССР, воспринимаются поновому, если на них посмотреть с экологических позиций. Одна цивилизация может не только завоевать другую, но и купить более бедную. Это и будет экологический колониализм. Так переплетаются политические, социальные и экологические проблемы.

4.5. Основной закон экологии

Основным законом экологии следует считать открытие того факта, что ***развиваются не только организмы и виды, но и в целом экосистемы различного ранга.***

При этом последовательность сообществ, сменяющих друг друга в данном районе, называется **сукцессией.** Сукцессия происходит в результате изменения физической среды под действием сообщества, т. е. контролируется им.

Замещение видов в экосистемах вызывается тем, что популяции, стремясь модифицировать окружающую среду, создают усло-

вия, благоприятные для других популяций; это продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие между биотическими и абиотическими компонентами. Развитие экосистем во многом аналогично развитию отдельного организма и в то же время сходно с развитием *биосферы в целом*.

Сукцессия в энергетическом смысле связана с фундаментальным сдвигом потока энергии в сторону увеличения количества энергии, направленной на поддержание системы. Сукцессия состоит из стадий роста, стабилизации и климакса. Их можно различать на основе критерия продуктивности: на первой стадии продукция растет до максимума, на второй остается постоянной, на третьей уменьшается до нуля по мере деградации системы.

Наиболее интересно различие между растущими и зрелыми системами, которые можно представить в виде следующей таблицы.

Показатель	**Растущая экосистема**	**Зрелая экосистема**
Урожай	высокий	низкий
Видовое разнообразие	мало	велико
Структурное разнообразие	слабо организовано	хорошо организовано
Специализация по нишам	широкая	узкая
Размеры организма	небольшие	крупные
Жизненные циклы	короткие и простые	длинные и сложные
Скорость обмена биогенных веществ между организмом и средой	высокая	низкая
Давление отбора	на быстрый рост	на регуляцию обратной связи
Внутренний симбиоз	неразвит	развит
Сохранение биогенных веществ	с потерями	полное
Стабильность	низкая	высока я
Энтропия	высокая	низкая
Информация	мало	много

Развитие экосистем идет в направлении повышения их устойчивости, достигаемой за счет увеличения разнообразия. Распространив этот вывод на всю биосферу, получаем ответ на вопрос, зачем *нужны 2 млн. видов.* Ранее считали, что эволюция ведет к замене одних менее сложных видов другими, вплоть до человека как венца природы. Менее сложные виды, дав дорогу более сложным, *становятся как бы не нужными*. Экология разрушила этот удобный для человека миф.

Одно- и даже двухвидовые сообщества весьма нестабильны. Нестабильность означает, что могут происходить большие *колебания плотности популяций*. Это обстоятельство и детерминирует эволюцию экосистемы к зрелому состоянию. На зрелой стадии увеличивается регуляция по типу обратной связи, которая направлена на поддержание стабильности системы.

Ещё одна формулировка основного закона экологии звучит так: ***высокая продуктивность дает низкую надежность***. Отсюда вытекает следующее правило: «оптимальная эффективность всегда меньше максимальной». Разнообразие в соответствии с основным законом экологии непосредственно связано с устойчивостью. Однако пока не известно до какой степени эта связь является причинно-следственной.

Направленность эволюции сообщества ведет к усилению симбиоза, сохранению биогенных веществ, повышению стабильности и содержания информации. Общая стратегия «направлена на достижение такой обширной и разнообразной органической структуры, какая только возможна в границах, установленных доступным притоком энергии и преобладающими физическими условиями существования (почва, вода, климат и т. п.) *(Одум Ю. Основы экологии. - С. 332).*

Стратегия экосистем — «*наибольшая защита*», стратегия человека — «*максимум продукции*». Общество стремится получить с осваиваемой территории максимальный урожай и для осуществления своей цели создает искусственные экосистемы, а также замедляет развитие экосистем на ранних стадиях сукцессии, на которых можно собрать максимальный урожай. Сами же экосистемы стремятся развиваться в направлении достижения максимальной стабильности. Для

поддержания максимального энергетического выхода, быстрого роста и достижения высокой стабильности природным системам необходима низкая эффективность. Обращая развитие экосистем вспять и приводя их тем самым в неустойчивое состояние, человек вынужден поддерживать «порядок» в системе, и затраты на это могут превысить выгоду, получаемую при переводе экосистемы в нестабильное состояние. Любое повышение человеком эффективности экосистемы приводит к повышению затрат на ее поддержание вплоть до какого-то предела, когда дальнейшее повышение эффективности невыгодно из-за слишком большого роста затрат. Необходимо, таким образом, достижение не максимального, а оптимального КПД экосистем, с тем, чтобы повышение их продуктивности не приводило к потере стабильности и результат оказывался экономически оправданным.

В устойчивых экосистемах велики потери проходящей через них энергии. А экосистемы, теряющие меньше энергии (системы с меньшим числом трофических уровней), менее устойчивы. Какие системы следует развивать? Необходимо определить такой оптимальный вариант, при котором экосистема достаточно устойчива, и в то же время потери энергии в ней не слишком велики.

Применительно к пастбищам плох и «перевыпас» (приводивший, как считают ученые, к гибели цивилизаций), и «недовыпас» скота. Последнее происходит потому, что при отсутствии прямого потребления живых растений детрит может накапливаться быстрее, чем идет его разложение микроорганизмами, и это замедляет круговорот минеральных веществ.

Данный пример подходит под соображения более общего характера. Воздействие человека на природную среду часто сопровождается уменьшением разнообразия в природе. Посредством этого достигается максимизация урожая и повышение возможностей управления данной частью природы. В соответствии со сформулированным в кибернетике законом необходимого разнообразия у человечества два варианта повышения возможностей управления природной средой: или уменьшать разнообразие в ней, или увеличивать свое внутреннее разнообразие (путем развития культуры, совершенствования умственных и психосоматических качеств самого человека). Второй путь, ко-

нечно, предпочтительнее. Разнообразие в природе — необходимость, а не только «приправа» для жизни. Легкость первого пути обманчива, хотя он широко используется. Вопрос в том, насколько увеличение возможностей управления экосистемами путем уменьшения разнообразия в природе компенсирует уменьшение способности экосистем к саморегуляции. Должен быть найден оптимум между потребностями управления в данный момент и потребностями сохранения разнообразия в природной среде.

Проблема оптимизации взаимоотношений человека и природной среды имеет еще один важный аспект. Практика преобразовательной деятельности человека подтверждает положение, что между изменениями природной среды и человека существует тесная связь. Поэтому проблему управления природной средой можно рассматривать в некотором смысле как проблему управления биологической эволюцией человека через изменения природной среды. Современный человек может воздействовать на свою биологию как *генетическим путем (генная инженерия*), так и *экологическим (через изменение природной среды).* Наличие связи между экологическими процессами и процессами биологической эволюции человека требует, чтобы экологическая проблема рассматривалась также под углом зрения того, каким мы хотим видеть человека будущего. Эта область очень увлекательна как для ученых, так и для фантастов, но здесь возникает много не только технических, но социальных и нравственных проблем.

Оптимизация — научно-технический термин. Но можно ли в рамках исключительно науки и техники найти решение обсуждаемых выше проблем? Нет, у самой науки и техники должны быть общекультурные и социальные ориентиры, которые ими конкретизируются. В решении проблем оптимизации наука и техника представляют собой своеобразный инструмент и прежде, чем его применять, надо решить, как и для осуществления каких целей им пользоваться.

Даже простые казалось бы случаи расчета оптимальных вариантов использования, скажем, какого-либо ресурса зависят от того, какой критерий оптимизации используется. К. Уатт описывает пример оптимизации системы водного бассейна, в соответствии с которой происходит полное исчерпание ресурсов в кратчайшее время *(Уатт*

К. Экология и управление природными ресурсами. - М., 1971. - С. 412). Пример говорит о важности критерия оптимизации. Но последний зависит от приоритетов, а они различны для разных социальных групп. Вполне понятно, что особенно критерии разнятся, когда речь заходит об оптимизации биологической эволюции самого человека (более или менее твердо можно назвать один довольно неопределенный критерий оптимизации — сохранение и развитие биосферы и человеческого рода).

В природе существуют как бы *естественные силы стратификации*, которые ведут к усложнению экосистем и к созданию все большего разнообразия. Действия вопреки этим силам отбрасывают экосистемы назад. Разнообразие естественным образом растет, но не любое, а интегрированное. Если какой-то вид войдет в экосистему, то он может и разрушить ее стабильность (как сейчас человек), если не будет интегрирован в нее. Здесь прослеживается интересная аналогия между развитием экосистемы и развитием организма и человеческого общества.

4.6. Основные экологические законы и принципы

Среди законов природы встречаются обычные в науке законы *детерминистского типа, которые жестко регулируют взаимоотношения между компонентами экосистемы, но большинство представляет собой законы как тенденции, которые действуют не во всех случаях.* Они напоминают в каком-то смысле юридические законы, которые не препятствуют развитию общества, если нарушаются изредка некоторым числом людей, но мешают нормальному развитию, если нарушения становится массовыми. Есть и *законы-афоризмы*, которые можно отнести к типу законов как *ограничений разнообразия*.

- ***Закон эмерджентности***: целое всегда имеет особые свойства, отсутствующие у его частей. Принцип эмерджентности имеет важное значение для экологического мышления: одно дерево не может составить леса, разрозненные деревья - тоже; лес возникает лишь при определенных условиях - достаточной густоте древостоя, соответст-

вующей флоре и фауне, сформированных сообществах взаимосвязанных организмов, живущих на данной территории, и при других условиях, то есть эмерджентные свойства возникают в результате изменения природы этих компонентов, а не в результате изменения количества этих компонентов. Части не склеиваются, а интегрируются, обуславливая появление новых, до этого отсутствовавших свойств.

- ***Закон необходимого разнообразия***: система не может состоять из абсолютно идентичных элементов, но может иметь иерархическую организацию и интегративные уровни.

- ***Закон усложнения организации***: историческое развитие живых организмов приводит к усложнению их организации путем дифференциации органов и функций.

- ***Биогенный закон (Э. Геккель):*** онтогенез организма есть краткое повторение филогенеза данного вида, т. е. индивид в своем развитии повторяет сокращенно историческое развитие своего вида.

- ***Закон неравномерности развития частей системы***: система одного уровня развивается не строго синхронно — в то время, как один достигает более высокой стадии развития, другие остаются в менее развитом состоянии. Этот закон непосредственно связан с законом необходимого разнообразия.

- ***Закон сохранения жизни***: жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потока веществ, энергии, информации.

- ***Принцип сохранения упорядоченности (И. Пригожин):*** в открытых системах энтропия не возрастает, а уменьшается до тех пор, пока не достигается минимальная постоянная величина, всегда большая нуля.

- ***Принцип Ле Шателье — Брауна***: при внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, это равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется. Этот принцип в рамках биосферы нарушается современным человеком. «Если в конце прошлого века еще происходило увеличение биологической продуктивности и биомассы в ответ на возрастание концентрации углекислого газа в атмосфере, то с начала нашего века это явление не обнаруживается. Наоборот, биота выбрасывает углекислый газ, а биомасса ее автоматически снижается» *(Реймерс Н.Ф. Надежды на выживание человечества: концептуальная экология. - С. 55).*

-Принцип экономии энергии *(Л. Онсагер):* при вероятности развития процесса в некотором множестве направлений, допускаемых началами термодинамики, реализуется то, которое обеспечивает минимум рассеивания энергии.

- ***Закон максимизации энергии и информации***: наилучшими шансами на самосохранение обладает система, в наибольшей степени способствующая поступлению, выработке и эффективному использованию энергии и информации; максимальное поступление вещества не гарантирует системе успеха в конкурентной борьбе.

- ***Периодический закон географической зональности А. А. Григорьева — М. М. Будыко*****:** со сменой физико-географических поясов Земли аналогичные ландшафтные зоны и некоторые общие свойства периодически повторяются, т. е. в каждом поясе — субарктическом, умеренном, субтропическом, тропическом и экваториальном — происходит смена зон по схеме: леса — степи — пустыни.

- ***Закон развития системы за счет окружающей среды***: любая система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды; абсолютно изолированное саморазвитие невозможно.

- ***Принцип преломления действующего фактора в иерархии систем***: фактор, действующий на систему, преломляется через

всю иерархию ее подсистем. В силу наличия в системе «фильтров» данный фактор либо ослабляется, либо усиливается.

- ***Правило затухания процессов***: с увеличением степени равновесности с окружающей средой или внутреннего гомеостаза (в случае изолированности системы) динамические процессы в системе затухают.

- ***Закон физико-химического единства живого вещества В.И. Вернадского***: общебиосферный закон- все живое вещество Земли физико-химически едино, что не исключает биогеохимических различий; при всей разнокачественности живых организмов они настолько физико-химически сходны, что вредное для одних не безразлично для других (например, загрязнители).

- ***Закон биогенной миграции атомов*** *(В.И.Вернадского):* миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется при непосредственном участии живого вещества - биогенная миграция.

- ***Принцип Реди***: живое происходит только от живого, между живым и неживым веществом существует непроходимая граница, хотя и имеется постоянное взаимодействие.

- *Закон единства "организм-среда"*: жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов.

- ***Термодинамическое правило Вант-Гоффа — Аррениуса***:

подъем температуры на 10 °С приводит к 2-3-кратному ускорению химических процессов. Отсюда опасность повышения температуры вследствие хозяйственной деятельности современного человека.

- ***Правило Шредингера «о питании» организма отрицательной энтропией***: упорядоченность организма выше окружающей среды и организм отдает в эту среду больше неупорядоченности, чем

получает. Это правило соотносится с принципом сохранения упорядоченности Пригожина.

- ***Закон однонаправленности потока энергии***: энергия, получаемая сообществом и усваиваемая продуцентами, рассеивается или вместе с их биомассой передается консументам, а затем редуцентам с падением потока на каждом трофическом уровне; поскольку в обратный поток (от редуцентов к продуцентам) поступает ничтожное количество изначально вовлеченной энергии (максимум 0,35%) говорить о "круговороте энергии" нельзя; существует лишь круговорот веществ, поддерживаемый потоком энергии.

- *Правило ускорения эволюции*: с ростом сложности организации биосистем продолжительность существования вида в среднем сокращается, а темпы эволюции возрастают. Средняя продолжительность существования вида птиц — 2 млн лет, вида млекопитающих — 800 тысяч лет. Число вымерших видов птиц и млекопитающих в сравнении со всем их количеством велико.

- ***Принцип генетической преадаптации***: способность к приспособлению у организмов заложена изначально и обусловлена практической неисчерпаемостью генетического кода. В генетическом многообразии всегда находятся необходимые для адаптации варианты.

- ***Правило происхождения новых видов от неспециализированных предков*****:** новые крупные группы организмов берут начало не от специализированных представителей предков, а от их сравнительно неспециализированных групп.

- *Принцип дивергенции Ч. Дарвина*: филогенез любой группы сопровождается разделением ее на ряд филогенетических стволов, которые расходятся в разных адаптивных направлениях от среднего исходного состояния.

- *Принцип прогрессирующей специализации*: группа, вступающая на путь специализации, как правило, в дальнейшем развитии будет идти по пути все более глубокой специализации.

- ***Правило более высоких шансов вымирания глубоко специализированных форм*** *(О. Марш)*: быстрее вымирают более специализированные формы, генетические резервы которых для дальнейшей адаптации снижены.

- ***Закон увеличения размеров (роста) и веса (массы) организмов в филогенетической ветви.*** В.И. Вернадский так сформулировал этот закон: «По мере хода геологического времени выживающие формы увеличивают свои размеры (а следовательно, и вес) и затем вымирают». Происходит это оттого, что чем мельче особи, тем труднее им противостоять процессам энтропии (ведущим к равномерному распределению энергии), закономерно организовывать энергетические потоки для осуществления жизненных функций. Эволюционно размер особей поэтому увеличивается (хотя и является очень стойким морфофизиологическим явлением в коротком интервале времени)» *(Реймерс Н. Ф. Надежды на выживание человечества: концептуальная экология. - С. 69).*

- ***Аксиома адаптированности*** *Ч. Дарвина*: каждый вид адаптирован к строго определенной, специфичной для него совокупности условий существования.

- *Экологическое правило С. С. Шварца*: каждое изменение условий существования прямо или косвенно вызывает соответствующие перемены в способах реализации энергетического баланса организма.

- ***Закон относительной независимости адаптации***: высокая адаптивность к одному из экологических факторов не дает такой же степени приспособления к другим условиям жизни (наоборот, она может ограничивать эти возможности в силу физиолого-морфологических особенностей организмов).

- *Закон единства «организм — среда»*: жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе

потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов.

- ***Правило соответствия условий среды генетической предопределенности организма*:** вид может существовать до тех пор и постольку, поскольку окружающая его среда соответствует генетическим возможностям приспособления этого вида к ее колебаниям и изменениям.

- ***Закон максимума биогенной энергии*** *(энтропии) В. И. Вернадского* — Э. С. Бауэра: любая биологическая или биокосная система, находясь в динамическом равновесии с окружающей средой и эволюционно развиваясь, увеличивает свое воздействие на среду, если этому не препятствуют внешние факторы.

- ***Закон давления среды жизни, или ограниченного роста*** *(Ч. Дарвин):* имеются ограничения, препятствующие тому, чтобы потомство одной пары особей, размножаясь в геометрической прогрессии, заполонило весь земной шар.

- ***Принцип минимального размера популяций***: существует минимальный размер популяции, ниже которого ее численность не может опускаться.

- ***Правило представительства рода одним видом***: в однородных условиях и на ограниченной территории таксономический род, как правило, представлен только одним видом. По-видимому, это связано с близостью экологических ниш видов одного рода.

- ***Правило А. Уоллеса***: по мере продвижения с севера на юг видовое разнообразие увеличивается. Причина в том, что северные биоценозы исторически моложе и находятся в условиях меньшего поступления энергии от Солнца.

- ***Закон обеднения живого вещества в островных его сгущениях*** (Г. Ф. Хильми): «индивидуальная система, работающая в... среде с уровнем организации более низким, чем уровень самой сис-

темы, обречена: постепенно теряя структуру, система через некоторое время растворится в окружающей... среде» *(Хилъми Г.Ф. Основы физики биосферы. - Л; 1966. - С. 272).* Из этого следует важный вывод для человеческой природоохранной деятельности: искусственное сохранение экосистем малого размера (на ограниченной территории, например, заповедника) ведет к их постепенной деструкции и не обеспечивает сохранения видов и сообществ.

- *Закон пирамиды энергии* *(Р. Линдеман):* с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой, более высокий уровень в среднем около 10% поступившей на предыдущий уровень энергии. Обратный поток с более высоких на более низкие уровни намного слабее — не более 0,5%-0,25% и потому говорить о круговороте энергии в биоценозе не приходится.

- ***Правило биологического усиления***: при переходе на более высокий уровень экологической пирамиды накопление ряда веществ, в том числе токсичных и радиоактивных, увеличивается примерно в такой же пропорции.

- ***Правило экологического дублирования***: исчезнувший или уничтоженный вид в рамках одного уровня экологической пирамиды заменяет другой, аналогичный по схеме: мелкий сменяет крупного, ниже организованный более высоко организованного, более генетически лабильный и мутабельный менее генетически изменчивого. Особи измельчаются, но общее количество биомассы увеличивается, так как никогда слоны не дадут той биомассы и продукции с единицы площади, какую способны дать саранча и еще более мелкие беспозвоночные.

- *Правило биоценотической надежности*: надежность биоценоза зависит от его энергетической эффективности в данных условиях среды и возможности структурно-функциональной перестройки в ответ на изменение внешних воздействий.

- *Правило обязательности заполнения экологических ниш:* пустующая экологическая ниша всегда и обязательно бывает естественно заполнена ("природа не терпит пустоты»).

- *Правило экотона, или краевого эффекта*: на стыках биоценозов увеличивается число видов и особей в них, так как возрастает число экологических ниш из-за возникновения на стыках новых системных свойств.

- ***Правило взаимоприспособленности организмов в биоценозе** К. Мёбиуса — Г. Ф. Морозова:* виды в биоценозе приспособлены друг к другу настолько, что их сообщество составляет внутренне противоречивое, но единое и взаимоувязанное целое.

- ***Принцип формирования экосистемы***: длительное существование организмов возможно лишь в рамках экологических систем, где их компоненты и элементы дополняют друг друга и взаимно приспособлены.

- *Закон сукцессионного замедления*: процессы, идущие в зрелых равновесных экосистемах, находящихся в устойчивом состоянии, как правило, проявляют тенденцию к снижению темпов.

- *Правило максимума энергии поддержания зрелой системы*: сукцессия идет в направлении фундаментального сдвига потока энергии в сторону увеличения ее количества, направленного на поддержание системы.

- ***Закон исторического саморазвития биосистем** (Э. Бауэр):* развитие биологических систем есть результат увеличения их внешней работы — воздействия этих систем на окружающую среду.

- *Правило константности числа видов в биосфере*: число появляющихся видов в среднем равно числу вымерших, и общее видовое разнообразие в биосфере есть константа. Это правило справедливо для сформировавшейся биосферы.

- *Правило множественности экосистем*: множественность конкурентно-взаимодействующих экосистем обязательна для поддержания надежности биосферы.

Из этих экологических законов следуют выводы, справедливые для системы «человек — природная среда». Они относятся к типу закона как ограничения разнообразия, т. е. накладывают ограничения на природопреобразовательную деятельность человека.

- Правило исторического роста продукции за счет сукцессионного омоложения экосистем. Это правило, по существу, следует из основного закона экологии, и сейчас уже перестает работать, так как человек взял таким образом от природы все, что мог.

- ***Закон бумеранга***: все, что извлечено из биосферы человеческим трудом, должно быть возвращено ей.

- Закон незаменимости биосферы: биосферу нельзя заменить искусственной средой, как, скажем, нельзя создать новые виды жизни. Человек не может построить вечный двигатель, в то время, как биосфера и есть практически «вечный» двигатель. Биосфера - это единственная система, обеспечивающая устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях. Нет никаких оснований надеяться на построение искусственных сообществ, обеспечивающих стабилизацию окружающей среды в той же степени, что и естественные сообщества.

- Закон убывающего естественного плодородия: «в связи с постоянными изъятиями урожая, а потому органики и химических элементов из почвы, нарушение естественных процессов почвообразования, а также при длительной монокультуре в результате накопления токсичных веществ, выделяемых растениями (самоотравление почв), на культивируемых землях происходит снижение естественного плодородия почв... к настоящему времени примерно половина пахотных угодий мира в различной степени потеряла плодородие, а полностью выбыло из интенсивного сельскохозяйственного оборота столько же земель, сколько сейчас обрабатывается (в 80-е гг. терялось около 7 млн. га в год)» *(Реймерс Н.Ф. Надежды на выживание человечества: концептуальная экология. С. 160-161}.* Второе толкование закона

убывающего естественного плодородия: каждое последующее прибавление какого-либо полезного для организма фактора дает меньший эффект, чем результат, полученный от предшествующей дозы того же фактора.

- ***Закон шагреневой кожи***: глобальный исходный природно-ресурсный потенциал в ходе исторического развития непрерывно истощается. Это следует из того, что никаких принципиально новых ресурсов, которые могли бы появиться в настоящее время нет. «Для жизни каждого человека в год необходимо 200 т твердых веществ, которые он с помощью 800 т воды и в среднем 1000 Вт энергии превращает в полезный для себя продукт» *(Там же.* — С. 163). Все это человек берет из уже имеющегося в природе.

- ***Принцип неполноты информации***: информация при проведении акций по преобразованию и вообще любому изменению природы всегда недостаточна для априорного суждения о всех возможных результатах таких действий, особенно в далекой перспективе, когда разовьются все природные цепные реакции» *(Там же. С. 168).*

- ***Принцип обманчивого благополучия***: первые успехи в осуществлении цели, ради которой и был задуман проект, создают атмосферу благодушия и заставляют забыть о возможных отрицательных последствиях, которых никто не ждет.

- ***Принцип удаленности события***: потомки что-нибудь придумают для предотвращения возможных отрицательных последствий.

- *Закон необратимости эволюции Л. Долло**:*** организм (популяция, вид) не может вернуться к прежнему состоянию, уже осуществленному в ряду его предков, даже вернувшись в среду их обитания.

- *Закон оптимума**:*** любой экологический фактор имеет определенные пределы положительного влияния на живые организмы.

- ***Закон (принцип) исключения Гаузе**:* два вида не могут существовать в одной и той же местности, если их экологические потребности идентичны, т.е. если они занимают одну и ту же экологическую нишу.

- ***"Законы" экологии Б. Коммонера**:* 1) все связано со всем; 2) все должно куда-то деваться; 3) природа "знает" лучше; 4) ничто не дается даром.

Вопрос о том, насколько законы экологии можно переносить на взаимоотношения человека с окружающей средой, остается открытым, так как человек отличается от всех других видов. Например, у большинства видов скорость роста популяции уменьшается с увеличением ее плотности; у человека, наоборот, рост населения в этом случае ускоряется. Стало быть, некоторые регулирующие механизмы природы отсутствуют у человека, и это может служить дополнительным поводом для технологического оптимизма у одних, а для экологических пессимистов свидетельствовать об опасности такой катастрофы, которая невозможна ни для одного иного вида.

В настоящем пособии рассмотрены прежде всего основы общей экологии, то есть классические законы взаимодействия живых организмов с окружающей средой. Кроме того, рассмотрены современные проблемы взаимодействия человека с окружающей его природной средой и последствия антропогенного воздействия на биосферу. Второй аспект во многом мировоззренческий. Его задача - сделать сознание человека экологическим, то есть научить ставить во главу угла любой деятельности - технической, политической, экономической, коммерческой и т.п. приоритеты сохранения биосферы и довести до уровня понимания мысль, что другого пути у человечества просто нет.

Лекция 5.
ЭНЕРГИЯ И ИНФОРМАЦИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

5.1. Энергия и круговорот питательных веществ в экологических системах.

5.2. Информация и компьютеризация в экологии.

5.3. Поиск и использование экологической информации

5.4. Интернет как хранилище и источник экологической информации.

5.5. Необходимость и достаточность экологической информации. Прогностика.

5.6. Методы экологии и роль в них экологического моделирования

В экологических системах получение ресурсов и избавление от отходов происходят в рамках кругооборота всех элементов. Мы видим, как четко взаимодействуют растения, консументы и детритофаги, поглощая и выделяя различные вещества. Органика и кислород, образуемые при фотосинтезе в растениях, нужны консументам для питания и дыхания. А выделяемый консументами вещества необходимы растениям.

Экосистемы существуют за счёт не загрязняющей среду и практически вечной солнечной (несколько млрд. лет) энергии, количество которой относительно постоянно и избыточно (растения используют 0,5% от падающей на Землю энергии). Солнечная энергия $\rightarrow$ химическая потенциальная энергия растений (передаётся по пищевым цепям) $\rightarrow$теряется в виде тепла. Чем больше биомасса популяции, тем ниже занимаемый его трофический уровень (99 % в расчете на энергию).

5.1. Поток энергии и круговорот питательных веществ

Энергия является общей количественной характеристикой движения материи. Фундаментальные законы превращения энергии исследует ***термодинамика***, а преобразование энергии в экологических системах - ***биоэнергетика***. Биоэнергетика, как научная дисциплина,

исследует энергетические процессы в клетках, особях, экосистемах и т. д. Источником первичной энергии для экосистем и биогеоценозов является лучистая и корпускулярная энергия, приходящая от Солнца и падающая на горизонтальную поверхность Земли со средней интенсивностью 8,165 Дж/см^2 в минуту.

Организмы в экосистеме связаны общностью энергии и питательных веществ и необходимо четко разграничить эти два понятия. Энергия определяется как способность совершать работу. Живые организмы нуждаются в энергии для поддержания жизни точно так же, как машины для того, чтобы работать. Всю экосистему можно уподобить единому механизму, потребляющему энергию и питательные вещества для совершения работы. Питательные вещества первоначально происходят из абиотического компонента системы, в который в конце концов и возвращаются либо в качестве отходов жизнедеятельности, либо после гибели и разрушения организмов. Таким образом, в экосистеме происходит постоянный круговорот питательных веществ, в котором участвуют живые и неживые компоненты. Такие круговороты и называются биогеохимическими циклами.

Движущей силой этих круговоротов служит в конечном счете энергия Солнца. Фотосинтезирующие организмы непосредственно используют энергию солнечного света и затем передают ее другим представителям биотического компонента. В итоге создается поток энергии и питательных веществ через экосистему, как показано на рисунке 8.

Рисунок 10. Поток энергии и круговороты биогенных элементов в экосистеме

Необходимо также отметить, что климатические факторы абиотического компонента, такие как температура, движение атмосферы, испарение и осадки, тоже регулируются поступлением солнечной энергии.

Энергия может существовать в виде различных взаимопревращаемых форм, таких как механическая, тепловая и электрическая энергия. *Переход одной формы в другую, называемый преобразованием энергии, подчиняется законам термодинамики.* Изучение потока энергии через экосистемы называется энергетикой экосистем и так как это доминирующая тема в их изучении, нам важно познакомиться с единицами, используемыми для измерения энергии.

С точки зрения изучения потоков энергии важны ***два начала термодинамики***. ***Первое начало*** гласит, что энергия не может создаваться заново и исчезать, а только переходит из одной формы в другую. ***Второе начало*** формулируется таким образом: процессы, связанные с превращениями энергии, могут протекать самопроизвольно лишь при условии, что энергия переходит из концентрированной формы в рассеянную. То, что согласно второму началу энергия при любых превращениях стремится перейти в тепло, равномерно распределенное между телами, дало основание говорить о «старении» Солнечной системы. Тепло есть результат случайного движения молекул, тогда как работа всегда означает неслучайное (т.е. упорядоченное) использование энергии. Понятие "работы" приложимо к любому процессу, протекающему в живой системе с потреблением энергии, начиная от процессов на клеточном уровне, таких как поддержание электрических градиентов на мембране и синтез белков, и кончая процессами на уровне целого организма (рост, развитие, репарация, размножение).

Таким образом, живые организмы - это преобразователи энергии, и каждый раз, когда происходит превращение энергии, часть ее теряется в виде тепла. В конце концов вся энергия, поступающая в биотический компонент экосистемы, рассеивается в виде тепла. Можно было бы подумать, что, поскольку и тепло способно совершать работу (например, в паровозе), то нет причин, которые мешали бы круговороту тепла. Однако процесс, производящий тепло, требует боль-

ше энергии, чем может быть возвращено путем вторичного использования этого тепла, поэтому в целом происходит все же потеря полезной энергии в системе. Фактически живые организмы не используют тепло как источник энергии для совершения работы - они используют свет и химическую энергию.

Общепринятая в физике формулировка второго начала гласит, что в закрытых системах энергия стремится распределиться равномерно, т. е. система стремится к состоянию ***максимальной энтропии***. Отличительной же особенностью живых тел, экосистем и биосферы в целом является способность создавать и поддерживать высокую степень ***внутренней упорядоченности***, т. е. состояния с *низкой энтропией*. По определению Э. Шредингера, *«жизнь* — это упорядоченное и закономерное поведение материи, основанное не только на одной тенденции переходить от упорядоченности к неупорядоченности, но и частично на существовании упорядоченности, которая поддерживается все время.. В самом деле, у высших животных мы достаточно хорошо знаем тот вид упорядоченности, которым они питаются, а именно: крайне хорошо упорядоченное состояние материи в более или менее сложных органических соединениях служит им пищей. После использования животные возвращают эти вещества в очень деградированной форме, однако не вполне деградированной, так как их еще могут употреблять растения. Для растений мощным источником «отрицательной энтропии» является солнечный свет» *(Шредингер Э. Что такое жизнь? С точки зрения физика. - М., 1972.- С. 71,76).*

Свойство живых систем извлекать упорядоченность из окружающей среды дало основания некоторым ученым, в частности Э. Бауэру, сделать вывод, что для этих систем второе начало не выполняется. Но второе начало имеет еще и другую, более общую формулировку, справедливую для открытых, в том числе живых, систем. Она гласит, что эффективность самопроизвольного превращения энергии всегда меньше 100%. В соответствии со вторым началом ***поддержание жизни на Земле без притока солнечной энергии невозможно.***

В *экосистемах перенос энергии пищи от ее источника — растений через ряд организмов, происходящий путем поедания одних организмов другими, и называется* ***пищевой цепью.*** При каждом очередном переносе большая часть (80-90%) потенциальной энергии теряется, переходя в тепло. Это ограничивает возможное число «звеньев» цепи до четырех — пяти. Зеленые растения занимают первый трофический уровень, травоядные — второй, хищники — третий и т. д. Переход к каждому следующему звену уменьшает доступную энергию примерно в 10 раз. Переходя к человеку, можно сказать, что *если увеличивается относительное содержание мяса в рационе, то уменьшается число людей, которых можно прокормить.*

Экологическая пирамида, представляющая собой трофическую структуру, основанием которой служит уровень продуцентов, а последующие уровни образуют этажи и вершину пирамиды, может быть ***трех основных типов***: «I) пирамида чисел, отражающая численность отдельных организмов; 2) пирамида биомассы, характеризующая общий сухой вес, калорийность или другую меру общего количества живого вещества; 3) пирамида энергии, показывающая величину потока энергии и (или) «продуктивность» на последовательных трофических уровнях» *(Одум Ю. Основы экологии. С. 105).*

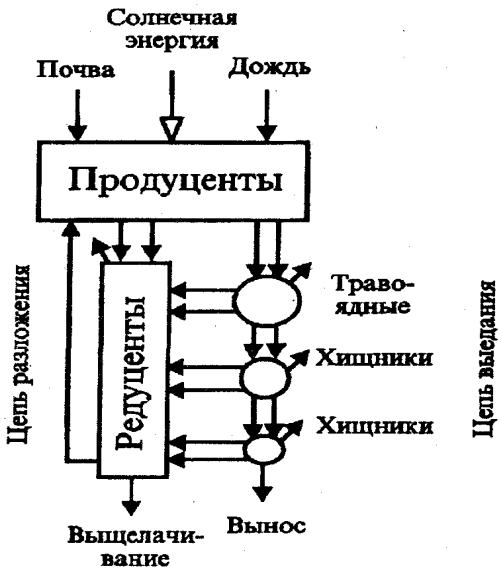


Рисунок 11.Два вида пищевых цепей – цепи выедания и цепи разложения

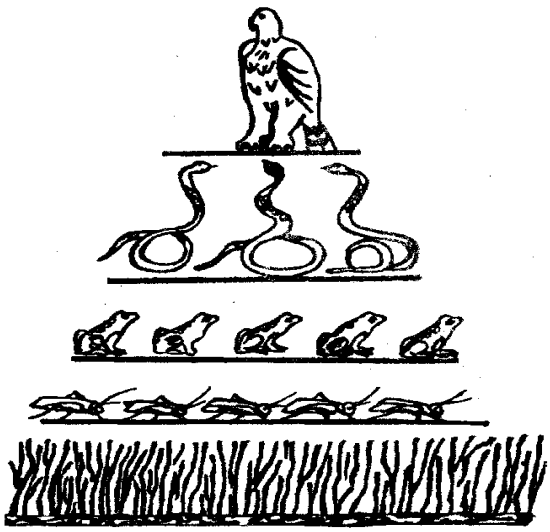


Рисунок 12. Экологическая пирамида, представляющая пищевую цепь: злаки- кузнечики- лягушки – змеи - орел.

Энергетическая пирамида всегда сужается кверху, поскольку энергия теряется на каждом последующем уровне.

Важнейшей характеристикой экосистемы является ее **продуктивность,** *под которой понимается как рост организмов, так и создание органического вещества*. Поглощается лишь около половины всей лучистой энергии (в основном в видимой части спектра) и самое большое (около 5%) ее в самых благоприятных условиях превращается в продукт фотосинтеза. Значительная часть (не менее 20%, а обычно около 50%) этой потенциальной пищи (чистой продукции) человека и животных расходуется на дыхание растений.

Чистая продуктивность *сообщества — скорость накопления органического вещества, не потребленного гетеротрофами.* Наконец, *скорость накопления энергии на уровне консументов называют вторичной продуктивностью.*

Часть энергии, идущая на дыхание, т. е. на поддержание структуры, велика в популяциях крупных организмов и в зрелых сообществах. Эффективность природных систем много ниже КПД электромоторов и других двигателей. В живых системах много» горючего» уходит на «ремонт», что не учитывается при расчете КПД двигателей. Любое повышение эффективности биологических систем оборачивается увеличением затрат на их поддержание. Экологическая система — это машина, из которой нельзя «выжать» больше, чем она способна дать.

Человек не должен стремиться получать более **одной трети** валовой (или половины чистой) продукции, если он не готов поставлять энергию для замены тех «механизмов самообслуживания», которые развились в природе, чтобы обеспечить долговременное поддержание первичной продукции в биосфере. Прямое удаление человеком или домашними животными более 30-50% годового прироста растительности может уменьшить способность экосистемы сопротивляться стрессу.

Один из пределов биосферы — валовая продукция фотосинтеза, и под него человеку придется подгонять свои нужды, пока не удастся доказать, что усвоение энергии путем фотосинтеза можно сильно повысить, не подвергая при этом опасности нарушить равновесие других, более важных ресурсов жизненного круговорота.

Урожай, получаемый человеком, составляет **1% чистой или 0,5% общей** первичной продукции биосферы, если учитывать только потребление пищи человеком. Вместе с домашними животными это 6% чистой продукции биосферы или 12% чистой продукции суши.

Энергия, которую расходует человек, чтобы получить больший урожай, называется ***добавочной энергией***. Она необходима для индустриализованного сельского хозяйства, так как этого требуют культуры, созданные специально для него. Здесь действует *закон* ***убывающей отдачи*** А. Тюрго — Т. Мальтуса, сформулированный следующим образом: «*Повышение удельного вложения энергии в агросистему не дает адекватного пропорционального увеличения ее продуктивности (урожайности) ».*

В формулировке Ю. Одума **второе начало термодинамики** справедливо по крайней мере для современного состояния системы «человек — природная среда», поскольку существование этой системы полностью зависит от притока солнечной энергии. Мы являемся свидетелями того, что повышение уровня организации и разнообразия культурной системы уменьшает ее энтропию, но увеличивает энтропию окружающей природной среды, вызывая ее деградацию. В какой степени можно элиминировать эти следствия второго начала? Существуют два пути. Первый заключается в уменьшении потерь используемой человеком энергии при ее различных превращениях. Этот путь эффективен в той мере, в которой не приводит к понижению стабильности систем, через которые идет поток энергии (как известно, в экологических системах увеличение числа трофических уровней способствует повышению их устойчивости, но в то же время росту потерь энергии, проходящей через систему). Второй путь заключается в переходе от повышения упорядоченности культурной системы к повышению упорядоченности всей биосферы. Общество в этом случае повышает организованность природной среды за счет понижения организованности той части природы, которая находится за пределами биосферы Земли.

5.2. Информатизация и компьютеризация в экологии

Понятие **"культура"** в настоящее время определяется как совокупность социально значимой информации, определяющей деятельность, поведение и общение людей и представленной различными формами - результатами человеческой деятельности. **Информация** - не только одно из наиболее общих понятий, используемых в современном обществе, но и *базовое понятие кибернетики*. В соответствии с одним из определений, **информация** - *это сведения, совокупности данных, знаний и т.д., возникающих в процессах познания внешнего мира путем сбора, накопления и переработки соответствующих сигналов, используемых в организации и управлении человеческой деятельностью.*

Говоря об информации, подразумевают обязательное наличие, по крайней мере, **трех факторов**:

• *источника информации* (любой объект познания является источником информации);

• *потребителя информации* (например, в науке потребителями информации являются ученые);

• *среды,* в которой существует и передается информация.

Информация составляет основу сообщений, преобразуемых (кодируемых) в сигналы (электрические, визуальные, акустические и т.п. в зависимости от среды передачи или хранения сигнала). Сигналы передаются по каналам связи, образуя "***информационные потоки***". Сигналы, получаемые потребителем, имеют для него смысл только в том случае, если он может расшифровать сигнал, интерпретировать, а также "преобразовать" его во вторичное сообщение. Информация во вторичном сообщении необязательно точно совпадает с информацией, полученной от источника.

В математике множество объектов, между которыми установлены пространственные отношения, образуют ***пространство*** (например, евклидово, многомерное и т.п.). По аналогии в современном обществе принято говорить об объединении множества взаимосвязан-

ных объектов, имеющих отношение к информационным технологиям, в ***информационное пространство***.

Информационное пространство - виртуальная область существования полученной и социализированной обществом информации, представляющей собой множество социально значимых сведений, знаний, а также систем хранения, коммуникаций и т.д., связанных между собой определенными отношениями и правилами получения и использования этой информации. Роль информационного пространства для современного общества столь высока, что принято говорить о перерастании в начале XXI века *"постиндустриального* общества" в ***"информационное общество",*** основной деятельностью которого будут: производство, распространение и использование информации.

В 50-х годах XX века американским ученым Н. Винером (1894-1964) была создана ***кибернетика*** - специальная наука об общих законах переработки и использования информации, которая способствовала осуществлению революционной перестройки и производства, и общества в целом. Не случайно правящие круги в тоталитарном советском государстве сразу объявили кибернетику "лженаукой". Они увидели угрозу тоталитаризму именно в возможностях неконтролируемой информатизации общества, правильно считая, что *информация,* становясь основным продуктом производства, соответственно, станет и *мощным властным ресурсом*.

Согласно ***теории информации*** - раздела кибернетики, объединяющего законы математического описания и оценки методов извлечения, передачи, хранения и классификации информации, *информация* производится только в процессе *целенаправленной человеческой деятельности.* Особенно наглядно этот процесс представлен в науке. "Производители" информации - ученые находят источники информации или объекты познания, затем из полученных в результате научных исследований знаний осуществляют формирование "информационных сообщений". После передачи этих сообщений и их социализации происходит научная ***информатизация общества***.

Под информатизацией понимают реализацию обществом комплекса мер, направленных на обеспечение полного и своевременного использования достоверных знаний во всех общественно значимых

видах человеческой деятельности. Основным фактором общественного развития становится использование информации во всех сферах человеческой деятельности и развитие информационных технологий, т.е. технологий, связанных с информацией.

Наука, изучающая законы и методы накопления, передачи и обработки информации с помощью вычислительной техники, называется ***информатикой***.

Широкое внедрение в конце XX века компьютеров в практическую жизнь и последующая быстрая эволюция их элементной базы позволили технически реализовать современный уровень информатизации общества.

Компьютеризация - *процесс всеобщего проникновения в быт, экономику, производство, науку, технику и т.д. математических методов и приемов, основанных на численных расчетах с помощью широко используемой электронно-вычислительной техники. Компьютеризация как процесс обеспечения технической и технологической баз информатизации является одной из задач информатики.* Возможна упрощенная или наивная *трактовка компьютеризации общества* только как обеспечение широкого доступа к информации. Концепция компьютеризации значительно шире. Это не только внедрение математических методов и компьютерной техники в различные области социально-экономической практики, но и массовое "встраивание" целостных информационных технологий в социальный организм, ведущее к использованию новых моделей деятельности в обществе.

Например, компьютеризация определяет повышение уровней формализации и системности любой деятельности, формирование систем объединенных баз данных и новых типов информационных связей и потоков в производстве, управлении, науке, образовании, сфере услуг и других социальных областях. В конечном счете, речь идет о возникновении ***компьютерной цивилизации***.

В процессах компьютеризации наблюдаются **две тенденции**: *во-первых*, создание и использование принципиально новых цифровых технологий (не только информационных), влияющих на все общество; *во-вторых*, упрощение доступа в информационное пространство, ко-

торое способно не только имитировать, но и подменять реальную действительность.

Сегодня компьютеризация представляет собой сложный *динамический процесс*, включающий в себя:

- инновации в области вычислительной техники (создание новых аппаратных и программных средств и технологий, подготовка специалистов и т.д.);

- изменение типов деятельности, форм организации и управления в обществе;

- перестройку структуры занятости населения - увеличение числа работников, обслуживающих компьютеризированные системы;

- изменение уровня информированности людей и переход от возможностей использования контролируемой другими информации к самоинформированию, созданию, свободному оперированию информацией и т.п.;

- развитие возможностей межличностных коммуникаций;

- возникновение новых моральных проблем общества, связанных с созданием виртуального мира.

Современные тенденции компьютеризации обещают невиданные возможности для общества, например:

- создание **искусственного интеллекта** - кибернетической системы, моделирующей и воспроизводящей с помощью компьютеров некоторые виды умственной деятельности человека. Уже созданы *экспертные системы - программы, моделирующие поведение человека при анализе баз данных.* Сегодня осознано, что машина, какой бы оригинальной и сложной она ни была, пока не функционирует как живой мыслящий разум. В лучшем случае компьютер может воспроизвести отдельные операции, вырванные из контекста. Контекстом же живого мышления являются: социальная среда, культурная коммуникация, общение людей.

- разработка **принципов**, которые бы позволяли работать с визуальными образами. Это предполагает не просто решение проблем кодирования и декодирования информации, представленной в сигналах произвольного вида, но и разработку принципов машинного понимания, чтения, осмысления;

- создание ***баз знаний в виде машинных систем***, которые работали бы не с данными, а со знаниями - выделяли их, классифицировали, преобразовывали, кодировали без существенной потери смысла, восстанавливали знания после их машинной обработки в живой естественной форме и т.д. Эта задача чрезвычайно сложна из-за того, что реальное знание имеет не только количественные, но и качественные характеристики, определяемые множественными контекстами и областями употребления, личностными формами восприятия, зависящими от культурной неоднородности в обществе.

Несмотря на ряд негативных моментов, информатизация и компьютеризация общества в глобальном масштабе приводят к ускорению развития творческого потенциала, повышению уровня образованности и информированности людей, росту социально, политически и экономически активных слоев населения.

5.3. Поиск и использование экологической информации

Оценка первичной, т.е. вновь полученной информации с целью выбора между необходимостью ее сохранения или уничтожения, происходит в два этапа. На первом этапе она субъективна и осуществляется "владельцем - производителем" информации. На втором этапе - этапе социализации информации к оценке "подключается" общество, определяя новизну информации, а также ее ценность и значимость для общества. Критерии оценки чаще всего соответствуют культурному уровню данного общества.

Хранение в информатике - это процесс кодирования первичной информации и размещения ее на машиночитаемый носитель, т.е. носитель, информация с которого может быть введена в компьютер без дополнительного преобразования. Хранение может осуществляться в ***файлах данных*** - идентифицированных в компьютерных программах совокупностей данных, доступных программе посредством специальных операций.

Поиском в информатике называют совокупность операций, методов и процедур, результатом которых является нахождение, отбор, копирование и передача информации по заданной тематике, ис-

ходно хранящейся в виде файлов данных в запоминающих устройствах компьютеров.

Потребитель, сформулировав достаточно абстрактное задание на поиск информации по заданной тематике, направляет его в информационную систему. При положительном результате поиска он получает ***"вторичную информацию".*** Информация, получаемая потребителем, в общем случае соответствует заданию на поиск и должна удовлетворить его информационную потребность. Однако часто возникают осложнения. Во-первых, информация не полностью совпадает с первичной, так как первичная информация подвергается процедурам ее кодирования при формировании сообщений и декодирования при последующем чтении переданных сообщений. Во-вторых, необходимая потребителю информация всегда смешана с посторонней лишней информацией, то есть потребитель всегда имеет дело с ***информационной избыточностью.***

Далее происходит ***использование информации*** - превращение информации в продукт рынка, имеющий цену и сроки реализации. Для научной информации это определение представляется излишне прагматичным. Однако суть сохраняется: информация имеет реальную цену и она устаревает. Это определяет необходимость строгого подхода и при ее отборе на хранение, и при ее запросе из хранилища.

Информатизация общества, кроме перечисленных в первом разделе положительных моментов, привела и к ряду негативных последствий. Одним из них является ***"информационный взрыв",*** суть которого заключается в резком изменении количества доступной информации, которую должен воспринимать, хранить и постоянно учитывать человек в процессе своей трудовой деятельности. Это порой не оставляет ему времени ни на что другое. Также возникли проблемы со скоростью передачи информации, с ограниченностью объемов памяти устройств, хранящих информацию, с длительностью поиска действительно необходимой информации на фоне ненужных подробностей и несущественных уточнений, которые составляют ***информационный шум.***

Существует мнение, что избыточная информация в комбинации с мощной современной цифровой техникой, приводит к достаточно

сильным воздействиям на каждого члена общества, вплоть до полного его выключения из социальных процессов. Информационная избыточность приводит к тому, что досуг, личная жизнь, мышление, поведение, настроение и др. могут оказаться жестко и принудительно детерминированными.

По терминологии, принятой в информатике, ***информационная избыточность*** для вычислительной системы состоит в наличии в информационных массивах системы дублирующих или дополнительных данных. Их удаление не нарушает адекватности массивов отображаемой ими предметной области и не является отрицательным моментом. Напротив, они увеличивают надежность системы. К сожалению, для потребителя информационная избыточность - состояние, при котором поступающая информация не может быть обработана, осмыслена, сохранена и т.д. Это состояние является катастрофой, поскольку потребитель может не владеть даже той информацией, которая ему жизненно необходима.

Информация **дифференцирована** по следующим видам: социальная, научно-техническая, технологическая, статистическая и т.д. Даже дифференциация не в состоянии обеспечить эффективное выделение необходимой информации на фоне информационного шума. При решении этой проблемы на первое место выдвигаются не количественные, а качественные характеристики информации, ее ценность для потребителя. Именно это обстоятельство позволяет объединить понятия "знание" и "информация" в новое понятие ***"информационный ресурс".*** Это понятие является базовым для информационного общества, а также основой для разрешения противоречий между накапливающимися во все возрастающих объемах знаниями, с одной стороны, возможностями, и масштабами их социального использования, с другой.

Характерной тенденцией в информационном пространстве является ***интенсификация информационных технологий***. Она происходит на основе совместных процессов дифференциации информации и абстракции научных знаний - выработке знаний, существующих отвлеченно от единичного факта, случайного события, необходимых для выделения общего, для образования понятий. Абстракция науч-

ных знаний, в свою очередь, усугубляет информационную избыточность за счет того, что происходит дополнительное концентрирование ("сжатие") хранящихся знаний на уровне понятий. Это приводит к резкому возрастанию количества реальной информации, соответствующей этим понятиям.

5.4. Интернет как хранилище и источник экологической информации

Интернет *(Internet* от *англ. Inter* - префикс в значении взаимодействия и *net* - сеть) - *международная телекоммуникационная сеть* (часто использующая телефонную сеть), *связывающая персональные и другие компьютеры между собой*. Эта сеть обеспечивает не только допуск к любой информации, размещенной на имеющей адрес "площадке" - "сайте", но и позволяет производить практически мгновенный обмен информацией. Интернет объединяет около 56 млн. компьютеров более, чем в 170 странах мира.

Современный вид Интернет приобрел к 1994 г., когда сеть NSFnet, созданная для научных исследований не только влилась в Интернет, но и стала в ней основной. Интернет также включил в себя ряд больших коммерческих сетей. Постепенно переработка научной и учебной информации в сети дополнилась широким спектром социальной информации, составляющей базу современной информатизации общества.

Сегодня Интернет объединяет множество отдельных - национальных, региональных и локальных сетей во всем мире. Интернет можно представить в виде мозаики, сложенной из небольших сетей разной величины, активно взаимодействующих друг с другом. Связь осуществляется с помощью любых линий связи - от низкочастотных проводных до высокочастотных спутниковых каналов.

Основное достоинство Интернета состоит в том, что это - открытая сеть, которая не контролируется правительствами. Каждый, у кого есть доступ в Интернет, может воспользоваться услугами тысяч компьютеров и, следовательно, получить доступ к хранимой в них информации. Интернет социально демократичен - один компьютер нисколь-

ко не лучше другого, и любой человек ничем не лучше другого. Ваш статус в Интернет зависит исключительно от того, как вы себя представите с помощью клавиатуры своего компьютера. Если вы интересны для сообщества пользователей, то ваш статус в нем будет высок. Интернет формирует анархичный, децентрализованный, дезорганизованный виртуальный мир, в котором существует океан информации, взаимодействующей в соответствии с принятыми в информационном пространстве нелинейными связями.

Интернет как средство коммуникации имеет черты, которые сильно отличают его от всех других средств коммуникации. В Интернете возможен прямой и быстрый (интерактивный) обмен сообщениями как между людьми, так и между компьютерными базами данных. Он чрезвычайно эффективен в плане обмена идеями и в плане установления спонтанных контактов.

Основными услугами Интернета для пользователей на сегодняшний день являются:

- доступ во Всемирную паутину **(WWW)**, которая является системой хранения информации в "узлах" сети, связанных между собой. Именно эта услуга для большинства пользователей является синонимом самого слова Интернет;

- электронная почта **(E-mail)** - передача от одного пользователя другому электронных писем, набранных на компьютере и пересылаемых по фиксированным адресам;

- проведение телеконференций в виде создания виртуальных клубов широкого круга пользователей, объединенных общими интересами;

- доступ к файловым архивам, размещенным в узлах сети, возможность "списывания" или "записывания" своей информации в эти файловые архивы общего доступа;

- возможность вести обмен текстовыми сообщениями в режиме реального времени - **Internet Relay Chat** - Всемирный разговор, впрочем, вытесняемый в последнее время Интернет - телефонией.

Содержащаяся в Интернете информация составляет основную часть информации, образующей информационное пространство. Кажется, что в Интернете можно найти все. Это не совсем точно, так как

процессы получения новой информации, ее обновления и отбора на хранение не связаны с возможностями компьютерной сети. Эти процессы обеспечиваются и контролируются пользователями сети и организаторами Web-серверов, обслуживающих "узлы" сети, распределяя и переадресовывая информационные потоки. Следствием является субъективный характер наполнения сети информацией. Подключение к сети и регулярное обновление помещенной в ней информации, например, научно-технической, прежде всего, зависит от активности научно-технической элиты общества, обладающей знаниями по широкому спектру вопросов.

В России рост сетевой инфраструктуры начался с создания финансируемой государством сети российских университетов - **RUNnet.** Затем в рамках программы создания национальной сети компьютерных телекоммуникаций для науки и высшей школы (НСКТ НВШ) была создана сеть Rbnet (Russian Backbone net). На эту сеть, объединяющую более 30 регионов, возлагается задача формирования и обслуживания информационного ресурса науки и образования России.

В процессе 30-летнего бурного развития Интернета возник ряд технических, технологических и моральных проблем, например, недостаточность пропускных способностей каналов передачи, невозможность полной интеграции услуг в одном информационном потоке, отсутствие эффективных средств защиты информационных ресурсов сети от злоумышленников и др. Последняя проблема приобрела глобальное значение.

Защита информации - современная проблема, находящаяся в противоречии между открытостью линий коммуникаций для несанкционированного доступа и желанием владельца закрыть доступ к своей информации.

Как для общества, так и для отдельного потребителя, цена хранящейся в сети информации может быть очень высокой как в прямом, так и в переносном смысле. Поэтому несанкционированный доступ в систему, связанный с угрозой умышленного изменения информации, ее кражи или ее уничтожения, например, путем внедрения "компьютерных вирусов", является серьезной проблемой не только для Интернет, но и для всего общества в целом.

5.5. Необходимость и достаточность экологической информации. Прогностика.

Информация *обладает и количественными, и качественными характеристиками*. С позиций теории информации и основ компьютеризации, для формирования правильных решений количество информации должно быть велико и обладать избыточностью. Тем не менее, вопрос об оптимальном количестве необходимой информации очень непрост. При потребности в слишком большом количестве информации снижается скорость ее поиска, а также скорость передачи сигналов. При недостаточном количестве информации возможна неудача при достижении цели, включая неточности сделанных на ее основе выводов.

Понятие "качество информации" многоаспектно. Во-первых, любой закон в науке представляет собой некую абстракцию знаний. Уровень абстракции может быть произвольным. Например, стол можно рассмотреть на макроскопическом уровне, а можно на микроскопическом. Следовательно, ***количество информации***, содержащейся в разных законах, теориях и др. результатах научных исследований, может различаться в зависимости от качества, уровня подхода. Так, количество информации, выявленное при изучении человека на молекулярном уровне, составляет около 10^{25} бит, а на атомном - 10^{28} бит. Во-вторых, информация о человеке на атомном уровне может быть и не нужна ее пользователю. Например, для медика ценность "излишней" информации на атомном уровне близка к нулю. Понятно, что ценность одной и той же информации зависит от *цели ее использования*.

Качество информации *и ее прагматическая ценность определяются прежде всего с помощью критерия "достижение цели".* Если качество неудовлетворительно, то информация может быть признана ненужной, т.е. мешающей научному исследованию и в этом случае может быть уничтожена. В случае признания информации ценной, она может быть сохранена или передана обществу для дальнейшей оценки ее полезности и возможной социализации. Как видно из

схемы, эти соображения справедливы и для работы с базами данных, и при выработке новых знаний.

Итак, для достижения определенной цели информационные системы должны обеспечить потребителю *необходимую* и *достаточную* информацию.

***Необходимой** является информация, без которой достижение цели невозможно*. Казалось бы, чем больше информации, тем лучше. Но возникает серьезная проблема избыточной информации, рассмотренная выше. Поэтому информация должна быть достаточна, то есть ее количество должно превышать необходимое, но не быть избыточным. Количество избыточной информации, соответствующее достаточности, должно обеспечивать преодоление следующих трудностей при целевом использовании информации:

- полисемия понятий;

- неполнота данных для применения определенного научного метода;

- неполное соответствие данных реальному состоянию отображаемого объекта, недостоверность данных;

- потеря части информации как при ее декодировании потребителем информации, так и при ее передаче.

Информационные системы не различают качество информации. Предполагается, что количество ее должно быть настолько велико, чтобы обеспечить решение любых практических задач (достижение любых целей), возникающих в обществе. При этом резко возрастут информационные потоки в информационных системах, т.е. количество передаваемой информации в единицу времени, это определит новые технические требования к аппаратной части информационных систем, в первую очередь к их быстродействию.

Внутренние динамические процессы в информационных системах, связанные с ростом разнообразия циркулирующей в ней информации и ростом информационных потоков, приводят к быстрой эволюции компьютерной техники и компьютерных сетей в целом. В настоящее время применяется компьютерная техника уже 5-го поколения -компьютеры, использующие в элементной базе "сверхбольшие интегральные схемы". Конкурентная гонка по наращиванию возможно-

стей компьютеров и развитию информационного пространства не останавливается ни на минуту.

Таким образом, в процессах информатизации общества понятия *"количество информации" и "качество информации"* становятся важнейшими. Они важны и для прогнозирования будущего. Наука обеспечивает не только объяснение мира и выявляет законы, в соответствии с которыми он может быть изменен, но и прогнозирует последствия этих изменений.

Прогностикой в широком значении слова *называется теория и практика прогнозирования, одна из форм научного предвидения. Предсказательные функции экологической науки* всегда были в центре внимания общества. Именно по этой причине общество всегда интересовала научная картина мира, общекультурный смысл которой определяется ее включенностью в решение проблем выбора жизненных стратегий человечества, поиск новых путей развития цивилизации.

Объекты познания в естествознании отличаются от объектов познания в социальных науках неуправляемостью. Поэтому прогнозы в естествознании ориентированы лишь на *приспособление действий к ожидаемому состоянию объекта*. Примерами могут служить синоптические и геологические прогнозы.

Научный прогноз обычно представляют в виде вероятностного суждения о будущем на основе проведенного научного исследования и знаний, обеспечивающих формирование *моделей будущего.* Образование подобных виртуальных источников *"информации о будущем" обеспечивается созданием баз данных,* чаще всего хранящихся в компьютерных системах.

В ***экологическом аспекте*** под информацией, как экологическом компоненте экосистемы, понимается энергетически слабое воздействие, которое воспринимается организмом как закодированное сообщение о возможности многократно более мощных влияний на него со стороны других организмов или факторов среды и вызывающее его ответную реакцию.

Информация выступает и как один из важнейших видов природных ресурсов и одновременно общественных достояний, поскольку

все развитие человечества - результат освоения и переработки информации, получаемой из окружающей среды и накапливаемой обществом.

Информация, содержащая совокупность данных о количественном, качественном и динамическом (прошлом, настоящем и будущем) состоянии природных ресурсов и систем, их взаимосвязи, о потребности для существующей, а также прогнозируемой формы хозяйства, развития культуры и жизни человечества, является ключевым компонентом гармоничного развития человека на Земле в рамках природопользования. Но для правильного использования ее необходимо моделирование экосистем и всевозможных экологических ситуаций, которые могут возникнуть на Земле в результате взаимодействий в системе "человек - природа". При исследовании сложных объектов, явлений и процессов неизбежно проводить упрощенное их имитирование (натурное, математическое, логическое). В природопользовании в связи с особенностями информации ее объем очень велик. Она превышает по количеству бит экономическую и техническую информацию, а объем базы и банка данных для целей природопользования чрезвычайно емок в глобальных масштабах.

По прикидкам Горшкова В. Г. и Кондратьева К.Я., на нашей планете содержится около $N=10^{27}$ живых организмов. Следовательно, число объектов, которыми придется управлять человеку, должно быть того же порядка величины. Поэтому для того, чтобы представить себе сложность такой задачи, заметим, что указанное число N совпадает с числом атомов атмосферы у земной поверхности в одном кубическом метре. Следовательно, задача централизованного управления в этом случае эквивалентна задаче искусственного создания распределения молекул в 1 $м^3$ газа путем управления движением каждой молекулой так, чтобы флуктуации температуры и давления находились на естественном уровне, определяемом законом больших чисел, то есть поддерживались с относительной точностью $1/ N=10^{-13}$. Но это превосходит возможности всех рекордных по точности физических измерений и с такой задачей вряд ли удастся справиться при любом мыслимом развитии компьютерной техники. Поэтому для сохранения жизни на Земле, природных сообществ и существующих видов живых организ-

мов человеку как разумному существу необходимо сохранить естественную природу на большей части поверхности Земли, а не только в ничтожных по своей площади резерватах, заповедниках и зоопарках.

Необходимо добиться того, чтобы народное хозяйство было организовано таким образом, чтобы ресурсоистощающие технологии не были конкурентоспособными по сравнению с ресурсосберегающими технологиями. Несмотря на неразрешимость глобального управления экологическими процессами на Земле, информация в природопользовании может быть экономно сорганизована на проблемную ориентацию в виде сбора и обработки лишь существенной для решения данной проблемы информации, без которой нельзя обойтись. Ее целенаправленный отбор зависит от теоретической модели процесса и предназначен для адекватного научно информационного обеспечения исследуемого сообщества, экологической пирамиды, биогеоценоза, или экосистемы, и, конечно, к сожалению, не биосферы на современном этапе развития науки и вычислительной техники. При этом может оказаться, что имеющаяся информация несистемна, более того, собрана фрагментарно и не составляет единого целого, необходимого для освещения проблемы. В этом случае следует применять методы принятия решений при неопределенности информации или вводить дополнительную "межблоковую" информацию. Информация в природопользовании, как правило, неполна и требует строгой региональной и логической экстраполяции. Но тем не менее информация для экологии играет важную роль для прогнозирования взаимосвязей в сообществах, биогеоценозах, экосистемах, взаимодействиях в системах "человек - природа".

5.6. Методы экологии и роль в них экологического моделирования

Многообразие связей, формирующихся на уровне биологических систем различного ранга, обуславливает разнообразие методов экологических исследований. В современных условиях они играют существенную роль в решении как теоретических, так и чрезвычайно важных практических задач. Динамика численности организмов, сезонное развитие, расселение и акклиматизация полезных и вредных видов,

прогнозы размножения и распространения и т.д. - вот краткий перечень экологических проблем.

Разработка их требует рационального сочетания полевых, лабораторных и экспериментальных исследований, которые должны взаимно дополнять и контролировать друг друга.

Можно выделить несколько основных методов экологии: экосистемный, изучение сообществ, популяционный, анализ местообитаний, эволюционный и исторический.

***Экосистемный метод**:* метод, в центре внимания которого находится поток энергии и круговорот веществ между биотическим и абиотическим компонентами экосферы; позволяет выявлять функциональные связи, такие как цепи питания. Привлекается концепция гомеостаза (саморегуляции); подход важен при разработке научно-обоснованной практики ведения сельского хозяйства.

Изучение сообществ: метод уделяет особое внимание биотическим компонентам экосистем; упор делается на определение и описание видов, изучение факторов, ограничивающих их распространение, что важно для решения вопросов рационального использования природных ресурсов.

Популяционный метод: занимается аутэкологическими проблемами; используются математические модели роста, самоподдержания и уменьшения численности видов; рассматриваются рождаемость, выживаемость, смертность, критическая численность вида, что важно при организации заповедников, ведении охотничьего хозяйства.

Метод изучения местообитаний: метод, изучающий связи физических факторов среды с жизнью животных и растений; разрабатывается концепция экологической ниши.

Применение **методов математической статистики** дает возможность по определенной, достаточно случайной выборке особей определить достоверность результатов (степень отклонения от нормы, случайны они или закономерны). Однако, после установления способности к саморегуляции у биологических систем, возникла необходимость применения методов теории информации и кибернетики, связанных с теорией вероятности, теорией чисел, матричной алгеброй и др.

В последнее время широкое распространение получило моделирование биологических явлений. Под моделированием биологических явлений понимают процесс построения, изучения и применения моделей различных экологических систем и процессов, свойственных живой природе. Основной задачей биологического моделирования является экспериментальная проверка гипотез относительно структуры и функции биологических систем.

Сущность метода ***биологического моделирования*** заключается в том, что вместе с оригиналом, т.е. изучаемой реальной системой или процессом, изучается их искусственно созданное подобие - модель.

Процесс перевода физических или биологических представлений о любой экологической системе в ряд математических зависимостей и операции над ними называются системным анализом, а сама математическая система - **моделью.**

В сравнении с оригиналом модель обычно упрощена, но свойства их сходны, иначе результаты могут оказаться недостоверными, не свойственными оригиналу.

Модели материальные (реальные) - предметные (например, аквариум, который может служить моделью естественного водоема). Однако создание реальных моделей сопряжено с большими техническими трудностями, не всегда выполнимыми.

Модели идеальные (знаковые) - мысленные, например, график, формула и т.д.

Наибольшее распространение в экологии получили концептуальные и математические модели и их многочисленные разновидности (научный текст, схема системы, таблицы и т.д.).

Математические модели - особенно эффективен метод изучения экологических систем, в частности, при определении количественных показателей.

Математические модели являются неполным абстрактным отображением реального мира. При отсутствии реальных моделей математический подход является сильно отвлеченным, но при исключении математического подхода бывает трудно уловить общий смысл реальной модели. В связи с этим, в современной экологии реальные

(материальные) модели и знаковые (идеальные) используются параллельно, дополняя и обогащая друг друга.

Первыми *математическими моделями* простейших экологических систем "хищник-жертва" и "паразит-хозяин" были теоретические разработки В.Вольтерры (1931). Сейчас благодаря современной технике возможно моделирование более сложных саморегулирующихся систем с обратной связью - популяций, биоценозов, биогеоценозов и влияния на них антропогенного стресса. Важное место занимает моделирование процессов, способствующих самовоспроизводству природных ресурсов.

Возможности *моделирования* - упрощение реального процесса, выделение главной сущности объекта, способность уменьшить (глобус) или увеличить (клетка) подобие объекта, замедлить быстро протекающие процессы и ускорить медленно протекающие делают моделирование важнейшим методом прогнозирования экологических процессов.

В основу математического моделирования при экологическом прогнозировании положен принцип представления сложной биологической системы в виде отдельных подсистем (блоков, модулей, камер), связанных между собой функциональными связями, имитирующими либо поток веществ (в том числе и загрязняющих), либо регулирующих воздействия, либо пространственные миграции, либо развитие организмов и т.д.

Экологический прогноз возможен с помощью математических моделей только при наличии данных о "нулевой точке отсчета", т.е. о ненарушенной природной системе (фоновый уровень загрязнителей). В последние годы среди прогнозистов широко используется понятие "мониторинг", т.е. система наблюдений за состоянием окружающей среды, сбора и анализа данных, позволяющих прогнозировать развитие экосистем.

Программа фонового экологического мониторинга реализуется в "биосферных заповедниках". Создание и управление сетью биосферных заповедников осуществляется в рамках Программы ЮНЕСКО "Человек и биосфера" (МАВ - "Man and Biosphere"), ее участники - 110

государств-членов ЮНЕСКО, включая Россию. Часть мировой сети биосферных заповедников расположена на территории РФ. Они выполняют роль эталонов природы, резерватов и пунктов мониторинга.

В настоящее время модели чаще всего используются для решения конкретных сегодняшних задач: выясняются уровень допустимых антропогенных нагрузок, последствия применения пестицидов, какую природную среду необходимо контролировать в первую очередь в данном регионе и т.д.

Первой моделью прогнозирования расхода ресурсов была модель Т.Мальтуса (1798). Известны динамические мировые модели Дж.Форрестера (1970), Д.Медоуза (1972); М.Месаровича и Э.Пестеля (1974) [10].

В конце 70-х годов под руководством Н.Н. Моисеева (р. 1917) была разработана модель биосферы "Гея". Она состояла из двух взаимосвязанных систем. Первая описывала процессы, происходящие в атмосфере и океане. Вторая - кругооборот веществ в природе (прежде всего углерода). В основу математической модели положены такие локальные модели, как испарения с поверхности океана и конденсация воды в атмосфере, поглощение углекислоты морской водой, перенос энергии атмосферой, реакция фотосинтеза, отмирание растений, распределение биомассы на поверхности Земли и др. На базе модели "Гея" был выполнен расчет различных сценариев изменения климата на планете под воздействием ядерного взрыва, крупного пожара и извержения вулкана, создания крупного локального топливно-энергетического комплекса, изменения горного ландшафта.

В первой половине 80-х годов прошлого столетия ученые различных стран создавали глобальные математические модели с целью прогнозирования последствий ядерной войны. Наиболее обширными были модель К.Сагана и модель "Гея". В значительной степени именно исследования ученых стимулировали политические решения государств по сокращению ядерных вооружений и сформировали представления о последствиях ядерной войны для Земли.

В настоящее время необходимы глобальные математические модели, в которые входили бы подсистемы взаимодействий между атмосферой и водой, атмосферой и поверхностью почвы, процессы в

каждом из элементов окружающей среды, взаимодействие верхнего слоя атмосферы с Космосом, механизмы саморегулирования в природе, влияние разумной деятельности человека на окружающую среду. При значительном объеме возможностей подобная модель должна быть достаточно детальна для регионов Земли. На такой модели можно будет оценивать крупные инженерные решения, деятельность городов, варианты гидросистем, размещение заводов и т.п.

Компьютерное моделирование, проведенное в Массачусетском технологическом институте (США), показало, что при отсутствии социально-политических изменений в мире и сохранении его технике экономических тенденций быстрое истощение природных ресурсе; вызовет около 2030 года замедление роста промышленности и сельского хозяйства и в результате резкое падение численности населения — *демографическую катастрофу*. Если предположить, что достижения науки и техники обеспечат возможность получения неограниченного количества ресурсов (как предполагалось во второй сценарии анализа модели), катастрофа наступает от чрезмерного *загрязнения окружающей среды*. При допущении, что общество сможет решить задачу охраны природы (третий сценарий), рост населения и выпуска продукции будет продолжаться до тех пор, пока не исчерпаются резервы пахотной земли, а затем, как во всех предыдущие вариантах, наступает *коллапс. Катастрофа неминуема, потому что все пять опасных для человечества тенденций растут по экспоненте*, и беда может подкрасться незаметно и актуализироваться, когда поздно будет что-либо сделать. *Рост по экспоненте — коварная вещь*, и человечество может оказаться в положении раджи, который легко согласился заплатить изобретателю шахмат растущее по экспоненте количество зерен (за первое поле одно зерно, за второе — два, за третье — четыре и т. д.), а потом горько раскаялся в этом, поскольку всех его запасов не хватило для того, чтобы отдать обещанное.

Концепция «пределов роста» имеет позитивное значение в социально-политическом плане, поскольку направлена на критику основополагающего *принципа капитализма — ориентации на безудержный рост материального производства* и *потребления.* Однако, предположение, что правительства всех стран можно уговорить

или заставить поддерживать численность населения на постоянном уровне, явно не реалистично, а отсюда, помимо всего прочего, вытекает невозможность принятия предложения о стабилизации промышленного и сельскохозяйственного производства. Можно говорить о *пределах роста в определенных направлениях*, но не об абсолютных пределах. Задача заключается в предвидении опасностей роста в каких-либо направлениях и выборе путей гибкой переориентации развития.

Эксперименты с моделью Форрестера показали, что если выделить в модели по крайней мере *две группы стран — развитые и развивающиеся*, то следует ожидать не одну глобальную катастрофу,, а *две региональных — сначала в развитых странах, а затем в_развивающихся.* Если же разбить модель на большее число частей, соответственно увеличится количество экологических катастроф.

Несмотря на серьезную критику моделей мира *попытки глобального моделирования* продолжались. М. Месаровичем и Э. Пестелем была построена на основе методики «иерархических систем» *регионализированная модель*, в которой мир разделен на 10 регионов *с учетом экономических, социально-политических и идеологических различий.* Каждый из этих регионов, в свою очередь, разделен на взаимодействующие *иерархические сферы или страты*: экологическую, включающую антропогенно преобразуемую неживую природу и весь живой мир, кроме человека; технологическую — совокупность созданной техники и ее воздействие на природную среду; демоэкономическую, оказывающую влияние на развитие техники; социально-политическую, в которую входят «формальные организации» — правительства, официальные учреждения и т. п., а также «неформальные организации» — религиозные и политические движения, оказывающие влияния на деятельность формальных организаций; наконец, индивидуальную страту, которая охватывает условия физического и психологического развития человека.

Такая модель более реалистична и способна дать более детализированную и приемлемую для различных районов мира систему рекомендаций. В модели Месаровича и Пестеля заложено около ста тысяч соотношений (в более ранних моделях мира их было несколько

сотен). *Результаты их моделирования показали, что можно ожидать не одну глобальную, а несколько региональных катастроф.* Варианты моделирования (или, как их называют, сценарии) предсказывают прежде всего *продовольственный кризис* в Юго-Восточной Азии, вследствие отставания темпов роста производства продуктов питания от темпов роста народонаселения. По мнению Месаровича и Пестеля, стабилизация населения этого региона через 50 лет не даст возможности преодолеть продовольственный кризис, а стабилизация через 25-30 лет окажет положительное влияние в том случае, если экономике данного региона будет оказана соответствующая помощь.

В своей книге «Человечество на переломе» М. Месарович и Э. Пестель отмечают, что *основной причиной* экологических опасностей является стремление к количественному экспоненциальному росту без качественных преобразований экономической системы. Авторы полагают, что мировую систему следует рассматривать как *единое целое,* в котором все процессы настолько взаимосвязаны, что промышленный рост каких-либо регионов без учета изменений в других регионах может вывести мировую экономическую систему из устойчивого состояния. *Глобальное моделирование* Месаровича и Пестеля показало, что угроза экологической катастрофы отодвигается при органичном сбалансированном росте всей мировой системы.

Методология глобального моделирования представляет собой экстраполяцию методов системного анализа различных областей действительности на исследование мировой системы в целом. В этом плане следует отметить работу по глобальному моделированию, проведенную группой экспертов ООН во главе с В. Леонтьевым. Если Форрестер и Медоуз использовали метод системной динамики, разработанный для анализа и проектирования индустриальных систем, а Месарович и Пестель — сформировавшийся прежде всего в биологии метод иерархических систем, то группа ООН применила разработанный *В. Леонтьевым* для анализа экономических систем *метод «затраты — выпуск», основанный на построении матрицы, отражающей экономическую структуру межотраслевых потоков*.

Лекция 6.
ПИЩЕВЫЕ ЦЕПИ. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРУГОВОРОТЫ. ИЕРАРХИЯ ЖИВЫХ СИСТЕМ

6.1. Пищевая сеть. Трофические уровни.
6.2. Экологические пирамиды
6.3. Изменение вещества и энергии в организмах.
6.4. Биогеохимические циклы (круговороты или кругообороты)
6.5. Иерархия живых систем
6.6. Организация на уровне сообщества
6.7. Организация на популяционном уровне
6.8. Экологическая сукцессия

6.1. Пищевая сеть. Трофические уровни.

При изучении биотической структуры экосистемы становится очевидным, что одно из важнейших взаимоотношений между организмами - это пищевое. Можно проследить бесчисленные пути движения вещества в экосистеме, при котором один организм поедается другим, а тот - третьим и т.д. **Пищевая цепь** - это путь движения вещества (источник энергии и строительный материал) в экосистеме от одного организма к другому.

В природе пищевые цепи редко изолированы друг от друга. Гораздо чаще представители одного вида (растительноядные) питаются несколькими видами растений, а сами служат пищей для нескольких видов хищников.

Пищевая сеть - это сложная сеть пищевых взаимоотношений.

Несмотря на многообразие пищевых сетей, они все соответствуют общей схеме: от зелёных растений к первичным консументам, от них к вторичным консументам и т.д. и к детритофагам. На последнем месте всегда стоят детритофаги, они замыкают пищевую цепь.

Трофический уровень - это совокупность организмов, занимающих определённое место в пищевой сети.

I трофический уровень - всегда растения,

II трофический уровень - первичные консументы

III трофический уровень - вторичные консументы и т.д.

Детритофаги могут находиться на II и выше трофическом уровне.

Как уже отмечалось, обычно в экосистеме насчитывается 3-4 трофических уровня. Это объясняется тем, что значительная часть потребляемой пищи тратится на энергию (90 - 99 %), поэтому масса каждого трофического уровня меньше предыдущего. На формирование тела организма идет относительно немного (1-10 %).Соотношение между растениями, консументами, детритофагами выражают в виде пирамид.

6.2. Экологические пирамиды

В предыдущей лекции было дано общее представление об экологических пирамидах. Остановимся на этих вопросах более детально. Для изучения взаимоотношений между организмами в экосистеме и для графического представления этих взаимоотношений удобнее использовать не схемы пищевых сетей, а экологические пирамиды. При этом сначала подсчитывают число различных организмов на данной территории, сгруппировав их по трофическим уровням. После таких подсчетов становится очевидным, что численность животных прогрессивно уменьшается при переходе от второго трофического уровня к последующим. Численность растений первого трофического уровня тоже нередко превосходит численность животных, составляющих второй уровень. Это можно отобразить в виде пирамиды численности.

Для удобства количество организмов на данном трофическом уровне может быть представлено в виде прямоугольника, длина которого пропорциональна числу организмов, обитающих на данной площади (или в данном объеме, если это водная экосистема).

Существует ряд неудобств, связанных с использованием этих пирамид. Неудобств, связанных с использованием пирамид численности, можно избежать путем построения пирамид биомассы, в которых учитывается суммарная масса организмов (биомасса) каждого трофического уровня. Определение биомассы, включает не только учет численности, но и взвешивание отдельных особей, так что это более тру-

доемкий процесс, требующий больше времени и специального оборудования.

Наиболее фундаментальным и в определенном смысле идеальным способом отображения связей между организмами на разных трофических уровнях служит **пирамида энергии**, обладающая рядом преимуществ:

- она отражает скорость увеличения биомассы в отличие от пирамид численности и биомассы, описывающих только текущее состояние организмов в отдельный момент времени. Каждая ступенька пирамиды энергии отражает количество энергии (на единицу площади или объема), прошедшей через определенный трофический уровень за определенный период;

- при одинаковой биомассе два вида совсем не обязательно содержат одинаковое количество энергии. Поэтому сравнение, основанное на биомассе, может ввести в заблуждение;

- пирамиды энергии позволяют сравнивать не только различные экосистемы, но и относительную значимость популяций внутри одной экосистемы, не получая при этом перевернутых пирамид;

- к основанию пирамиды энергии можно добавить еще один прямоугольник, отображающий поступление солнечной энергии.

Хотя пирамиды энергии - наиболее полезный из **трех типов экологических пирамид**, получать данные для их построения труднее всего, так как при этом требуется даже больше измерений, чем при построении пирамид биомассы. В частности, необходима дополнительная информация об энергетической стоимости данных масс организмов, а это требует сжигания репрезентативных выборок. На практике же пирамиды энергии иногда могут быть с достаточной достоверностью получены из пирамид биомассы путем пересчета, основанного на проведенных ранее экспериментах.

Пирамида биомассы - показывает соотношение биомасс различных организмов на трофических уровнях.

Пирамида энергии - показывает поток энергии через экосистему. Очевидно, что существование большего числа трофических уровней невозможно, из-за быстрого приближения биомассы к нулю.

- **Автотрофы и гетеротрофы**. *Автотрофы* - это организмы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений, используя солнечную энергию. К ним относятся растения (только растения). Они синтезируют из CO_2, H_2O (неорганические молекулы) под воздействием солнечной энергии - глюкозу (органические молекулы) и O_2. Они составляют первое звено в пищевой цепи и находятся на 1 трофическом уровне.

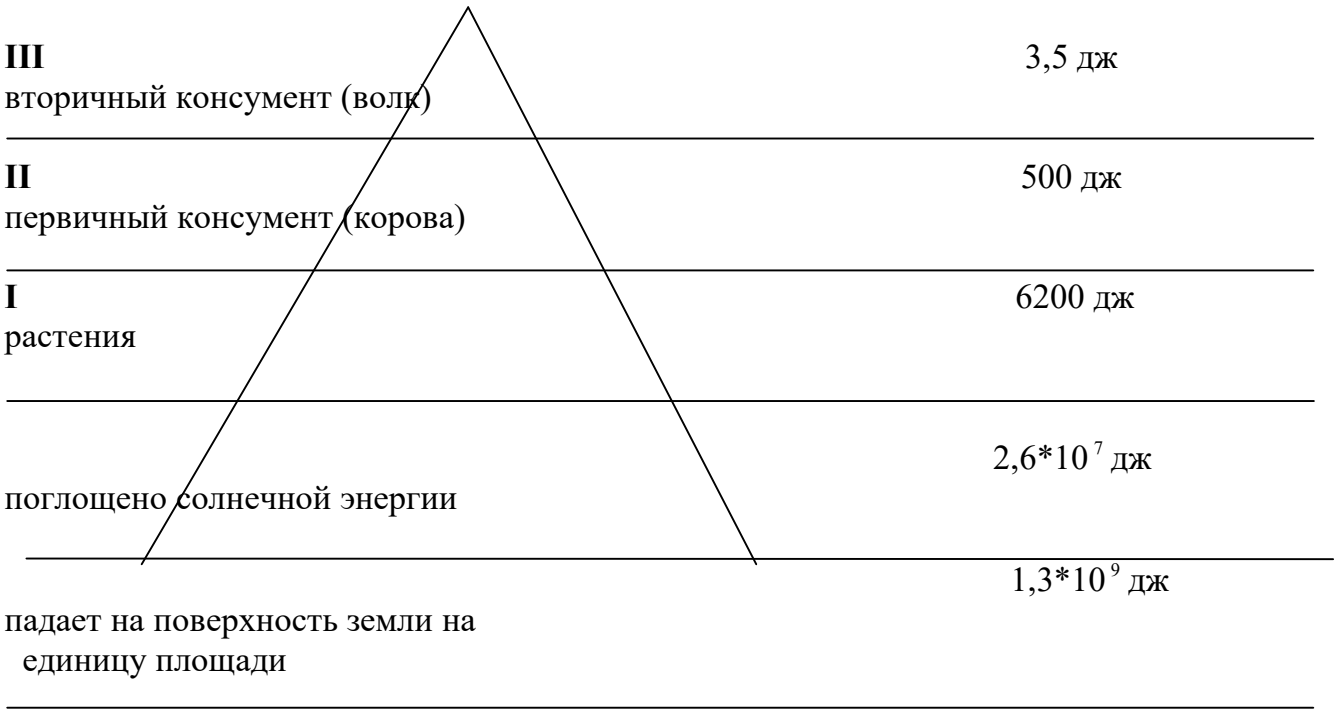


Рисунок 13. Пирамида энергии

Эволюцию *форм жизни обеспечило* то, что в течение большей части геологического времени часть продуцируемого органического вещества не разлагалась, и преобладание органического синтеза вело к увеличению концентрации кислорода в атмосфере. Около 300 млн. лет тому назад отмечается особенно большой избыток органической продукции, что способствовало образованию ископаемых горючих веществ, за счет которых человек совершил промышленную революцию.

Гетеротрофы - это организмы, которые не могут строить собственное тело из неорганических соединений, а вынуждены использовать созданное автотрофами, употребляя их в пищу. К ним относятся

консументы и детритофаги, и находятся на II и выше трофическом уровне. Человек тоже гетеротроф.

Вернадскому принадлежит идея возможности превращения человеческого общества из гетеротрофного и автотрофное. В силу своих биологических особенностей человек не может перейти к автотрофности, но общество в целом способно осуществить автотрофный способ производства пищи, т.е. замена природных соединений (белки, жиры, углеводы) на органические соединения, синтезированные из неорганических молекул или атомов.

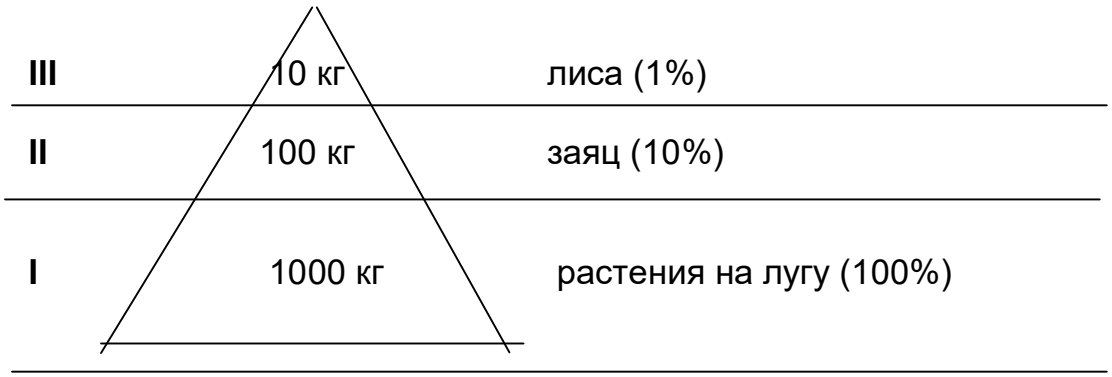


Рисунок 14. Пирамида биомассы.

Таким образом, ***низший*** трофический уровень занимают ***автотрофные*** (буквально: самостоятельно питающиеся) организмы, для которых характерны фиксация световой энергии и использование простых неорганических соединений для построения сложных органических веществ. К этому уровню относятся прежде всего растения. На более высоком уровне располагаются ***гетеротрофные*** (буквально: питающиеся другими) организмы, использующие в пищу биомассу растений, для которых характерны утилизация, перестройка и разложение сложных веществ.

Затем идут гетеротрофы второго порядка, питающиеся гетеротрофами первого порядка, т. е. животными.

Взаимодействие *автотрофных и гетеротрофных компонентов* — один из самых общих признаков экосистемы, хотя часто эти организмы разделены в пространстве, располагаясь в виде ярусов: автотрофный метаболизм наиболее интенсивно протекает в верхнем ярусе — «зеленом поясе», где наиболее доступна световая энергия, а

гетеротрофный метаболизм преобладает внизу, в почвах и отложениях —«коричневом поясе», в котором накапливается органическое вещество.

Пирамида питания определяет круговорот веществ в биосфере, который выглядит следующим образом:

Растения ———————————————— первичные потребители

Бактерии и грибы ———————— вторичные потребители

Экология показала, что ***живой мир*** — не простая совокупность существ, а единая система, сцементированная множеством цепочек питания и иных взаимодействий. Каждый организм может существовать только при условии постоянной тесной связи со средой, т. е. с другими организмами. Интенсивность метаболизма в экосистеме и его относительная стабильность определяется в значительной мере потоком солнечной энергии и веществ.

Отдельные организмы не только приспособлены к физической среде, но своим совместным действием в рамках экосистемы приспосабливают геохимическую среду к своим биологическим потребностям. Из простых веществ, содержащихся в море, в результате деятельности животных (кораллов и др.) и растений построены целые острова (аналогичные городам, созданным человеком). Состав атмосферы также регулируется организмами.

В создании *кислорода атмосферы и органических веществ* главную роль играет ***фотосинтез,*** который протекает по такой схеме:

углекислый газ + вода + солнечная энергия (в присутствии ферментов, связанные с хлорофиллом) = глюкоза + кислород

Этот процесс преобразования части солнечной энергии в органическое вещество путем фотосинтеза называют «работой зеленых растений». Таким образом производятся не только углеводы (глюкоза), но и аминокислоты, белки и другие жизненно важные соединения.

Три функции сообщества в целом *— продукция, потребление и разложение — тесно связаны друг с другом*. Хотя мы свысока считаем микроорганизмы «примитивными» существами, человек не может существовать без микробов. Разложение происходит благодаря энергетическим превращениям в организме и между ними. Этот

процесс абсолютно необходим для жизни, так как без него все питательные вещества оказались бы связанными в мертвых телах и никакая новая жизнь не могла бы возникать.

Сбалансированность продуцирования и разложения *— основное условие существования всего живого в биосфере.* Отставание утилизации вещества, произведенного автотрофами, не только обеспечивает построение биологических структур, но и обусловливает существование кислородной атмосферы. «В настоящее время человек (разумеется, неосознанно) начинает ускорять процессы разложения в биосфере, сжигая органическое вещество, запасенное в виде ископаемых горючих веществ (угля, нефти, газа) и интенсифицируя сельскохозяйственную деятельность, которая повышает скорость разложения гумуса» *(Одум Ю. Основы экологии. - С. 41). В* результате увеличивается содержание углекислого газа в атмосфере, который, подобно стеклу, поглощает инфракрасное излучение, испускаемое земной поверхностью, создавая так называемый парниковый эффект. Люди оказываются как бы в гигантском парнике со всеми вытекающими отсюда последствиями для глобального климата.

«Среднеглобальная температура атмосферы у поверхности Земли около 15° С. За последний 1 миллион лет она изменялась в пределах 5° С похолодания и 2° С потепления. При изменении среднеглобальной температуры на 10° С, т. е. в 1,5 раза от современного уровня, скорее всего будет нацело нарушено действие принципа Ле Шателье — Брауна — биота как бы сама себя «съест», так процессы обмена веществ, усиливаясь, приведут не к сопротивлению изменениям в окружающей биоту среде, а к быстрой самодеструкции биосферы» *(Реймерс Н. Ф. Надежды на выживание человечества: концептуальная экология. - М., 1992. - С. 63).*

6.3. Изменение вещества и энергии в организмах.

Зелёные растения. В растениях происходит процесс фотосинтеза, при котором из CO_2, H_2O и солнечной энергии получаются глюкоза и O_2. При этом солнечная кинетическая энергия превращается в потенциальную энергию молекул глюкозы. Глюкоза - это органическая

молекула с высокой потенциальной энергией. Из солнечной энергии около 2 % превращается в потенциальную энергию молекул глюкозы.

Глюкоза в растениях выполняет 2 функции:

- Служит строительным материалом тела, т.е. из глюкозы образуются сложные органические молекулы (крахмал, целлюлоза, липиды, белки, нуклеиновые кислоты).

- Служит источником энергии для всех процессов жизнедеятельности растений, т.е. построения тканей, поглощения питательных элементов из почвы, дыхание.

Процесс расщепления органических молекул с выделением энергии называется клеточным дыханием. Т.е. молекула глюкозы в присутствии кислорода разрушается до NO2, H2O с выделением энергии. Данный процесс идёт в каждой клетке и в целом противоположен фотосинтезу: $C_6H_{12}O_6 + O_2 \Rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + Q$

Расходы энергии: травы - энергия 40-50% , деревья - 70-80% (в основном на дыхание). Следовательно, только часть глюкозы используется растением для своего роста, а другая часть вновь разрушается с выделением энергии, необходимой для протекания физиологических процессов.

Консументы. Животным свойственна активная выработка кинетической энергии (движение, бег, поддержание постоянной температуры тела, дыхание и т.д.). Источник энергии - потенциальная энергия органических молекул, потребляемых в составе пищи. Значительная часть пищи (90 - 99 %) разрушается с высвобождением энергии, обеспечивающий все функции организма и теряющейся в конце концов в виде выделяемого телом тепла.

Строительная роль пищи. Часть съеденной, переваренной и поступившей в кровь пищи служит сырьём для роста и обновления тканей тела. Для этого также необходимые определённые витамины и микроэлементы (Fe, Си, Mn, Zn). Если в пище нет какого-либо из необходимых ингредиентов, сколько бы калорий не содержала пища, неизбежны функциональные расстройства.

Неусвояемое вещество. Часть пищи не переваривается и просто проходит через пищеварительный тракт и выводится в виде фекалий или экскрементов.

Детритофаги - играют роль консументов. Редуценты и детритофаги (детритные пищевые цепи).

Существуют **два главных типа пищевых цепей** - *пастбищные и детритные*. Выше мы привели примеры пастбищных цепей, в которых первый трофический уровень занимают зеленые растения, второй - пастбищные животные (термин "пастбищные" используется в широком смысле и включает все организмы, питающиеся растениями) и третий - хищники. Тела погибших растений и животных еще содержат энергию и "строительный материал" так же, как и прижизненные выделения, например моча и фекалии. Эти органические материалы разлагаются микроорганизмами, а именно грибами и бактериями, живущими как сапрофиты на органических остатках. Такие организмы называются редуцентами. Они выделяют пищеварительные ферменты на мертвые тела или отходы жизнедеятельности и поглощают продукты их переваривания. Скорость разложения может быть различной.

Кусочки частично разложившегося материала называют ***детритом*,** и многие мелкие животные *(детритофаги)* питаются им, ускоряя процесс разложения. Поскольку в этом процессе участвуют как истинные редуценты (грибы и бактерии), так и детритофаги (животные), и тех и других иногда называют редуцентами, хотя в действительности этот термин относится только к сапрофитным организмам.

В схемах пищевых цепей каждый организм бывает представлен как питающийся другими организмами какого-то одного типа. Однако реальные пищевые связи в экосистеме намного сложнее, так как животное может питаться организмами разных типов из одной и той же пищевой цепи или даже из разных пищевых цепей. Это в особенности относится к хищникам верхних трофических уровней. Некоторые животные питаются как другими животными, так и растениями, их называют всеядными (таков, в частности, человек). В действительности пищевые цепи переплетаются таким образом, что образуется ***пищевая (трофическая) сеть.***

6.4. Биогеохимические циклы (круговороты или кругообороты)

Процессы фотосинтеза органических веществ продолжаются сотни миллионов лет. Но поскольку Земля конечное физическое тело, то любые химические элементы также физически конечны. За миллионы лет они должны, казалось бы, оказаться исчерпанными. Однако этого не происходит. Более того, человек постоянно интенсифицирует этот процесс, повышая продуктивность созданных им экосистем.

Все вещества на нашей планете находятся в процессе **биохимического кругооборота веществ**. Выделяют 2 основных кругооборота: *большой* или геологический и *малый* или химический.

Большой кругооборот длится миллионы лет. Он заключается в том, что горные породы подвергаются разрушению, продукты разрушения сносятся потоками воды в Мировой океан или частично возвращаются на сушу вместе с осадками. Процессы опускания материков и поднятия морского дна в течение длительного времени приводят к возвращению на сушу этих веществ. И процессы начинаются вновь.

Малый кругооборот, являясь частью большого, происходит на уровне экосистемы и заключается в том, что питательные вещества почвы, вода, углерод аккумулируются в веществе растений, расходуются на построение тела и жизненные процессы. Продукты распада почвенной микрофлоры вновь разлагаются до минеральных компонентов, доступных растениям и вновь вовлекаются в поток вещества.

Круговорот химических веществ из неорганической среды через растения и животные обратно в неорганическую среду с использованием солнечной энергии химической реакций называется **биохимическим циклом**.

Интересны данные содержания химических элементов в *теле человека*: O_2-62,81%, C-19,37%, H-9,31%, N-5,14%, Ca-1,38%, P-0,64%, S-0,63%, Na- 0,26%, K-0,22%, Cl-0,18%, Mg-0,04%, F-0,009%, Fe - 0,005 %, Mn-0,0001%. При этом макроэлементы включают C, H, N, O, S, P, а микроэлементы - Cu, Mn, Fe, Zn, Mo, F, I, Se.

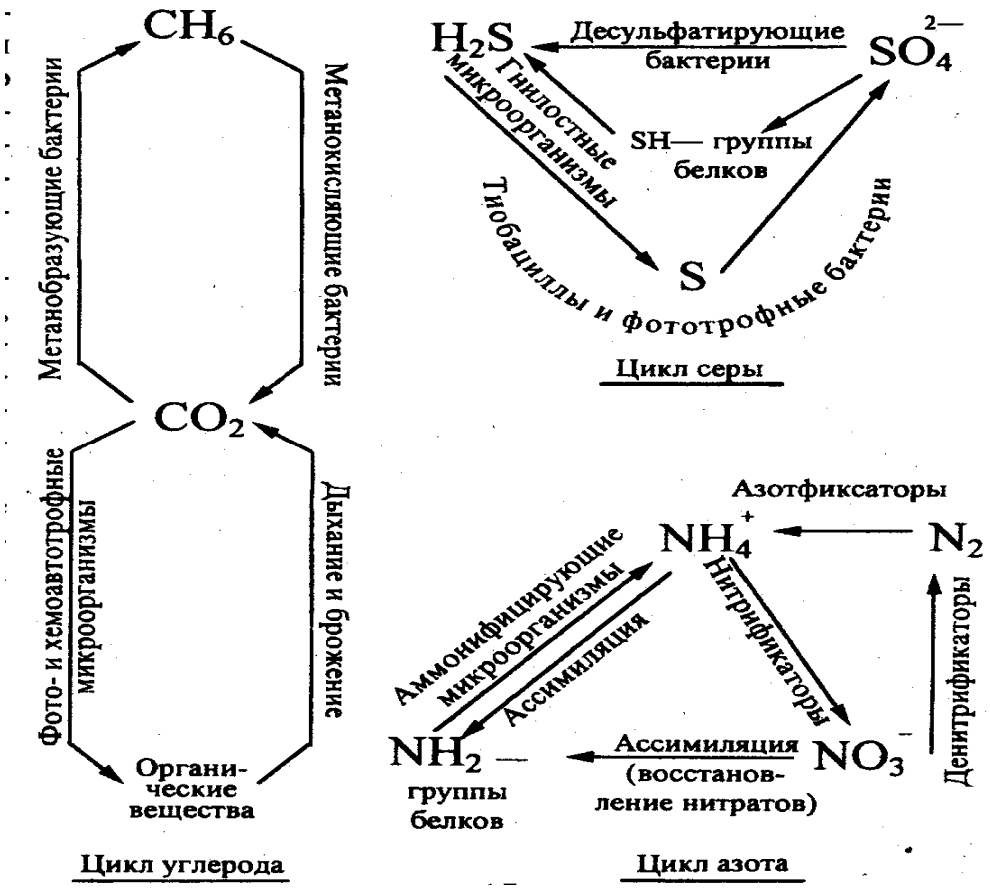


Рисунок 15. Биогеохимические циклы углерода, азота и серы в круговороте веществ с участием почвенных микроорганизмов.

- Круговорот углерода.

Сложный механизм эволюции на Земле определяется химическим элементом «углерод». Углерод - составная часть скальных пород и в виде CO_2- часть атмосферного воздуха. Источники CO_2 - вулканы, дыхание, лесные пожары, сжигание топлива, промышленность и др.

Атмосфера интенсивно обменивается CO_2 с мировым океаном, где его в 60 раз больше, чем в атмосфере, т.к. CO_2 хорошо растворяется в воде. Океан действует как гигантский насос: поглощает CO_2 в холодных областях и частично «выдувает» в тропиках. Избыточное количество CO_2 в океане соединяется с водой, образуя угольную кислоту. Соединяясь с Ca, K, Na, образует стабильные соединения в виде карбонатов, которые оседают на дно. Фитопланктон в океане в процессе фотосинтеза поглощает CO_2. Умирая, организмы попадают на дно и становятся частью осадочных пород. Это показывает взаимодействие большого и малого кругооборота веществ.

Углерод С из молекулы CO_2 в ходе фотосинтеза включается в состав глюкозы, а затем в состав более сложных соединений, из которых построены растения. В дальнейшем они переносятся по пищевым цепям и образуют ткани всех остальных живых организмов в экосистеме и возвращаются в окружающую среду в составе CO_2.

Также углерод присутствует в нефти и угле. Сжигая топливо, человек также завершает цикл углерода, содержащегося в топливе - так возникает био- технический кругооборот углерода.

Оставшаяся масса углерода находится в карбонатных отложениях дна океана (1,3-10^{16} т), в кристаллических породах (1-10^{15} т), в угле и нефти (3,4-10^{15} т). Этот углерод принимает участие в экологическом кругообороте. Жизнь на Земле и газовый баланс атмосферы поддерживается относительно небольшим количеством углерода (5-10^{9} т).

- Кругооборот фосфора.

Этот элемент входит в состав генов и молекул, переносящих энергию внутри клеток, в костную ткань. В различных минералах фосфор содержится в виде ионов фосфатов. Фосфаты растворимы в воде, но не летучи. Растения поглощают ионы фосфора из водного раствора и включают в состав различных органов соединений. По пищевым цепям он переходит от растений к другим организмам. На каждом этапе фосфор может быть выведен из организма в составе мочи. Разница с кругооборотом углерода - в кругообороте углерода есть газообразная фаза (CO_2), у фосфора - газовой фазы нет.

Фосфаты циркулируют в экосистеме лишь в том случае, если содержащие фосфор отходы жизнедеятельности откладываются в местах поглощения данного элемента. В естественных экосистемах так и происходит. Фосфор может также поступать с моющими средствами и удобрениями.

- Кругооборот азота.

Азот входит в состав белков. Кругооборот азота несколько сложен, т.к. он включает газообразную и минеральную фазу. Основная часть азота находится в воздухе (78%). Однако растения не могут усваивать азот непосредственно, а только в виде ионов NH_4^+ и NO_3^-.

Существуют бактерии и сине-зелёные водоросли, способные превращать газообразный азот в ионы. Важнейшую роль среди азотофиксирующих организмов играют бактерии, живущие на клубеньках бобовых растений. Растения обеспечивают бактерии местообитанием и пищей (сахарами), получая от них взамен доступную форму азота. По пищевым цепям органический азот передаётся от бобовых к другим организмам экосистемы. Органические соединения азота после гибели организмов при помощи бактерий разлагаются до аммиака и нитратов (NO_3). Нитраты частично вновь поглощаются растениями, частично восстанавливаются до N_2, вновь поступающего в атмосферу.

Насколько регулярно осуществляется кругооборот любого элемента, зависит продуктивность экосистемы, что важно для сельского хозяйства и выращивания лесов. Вмешательство человека нарушает процессы кругооборота. Вырубка леса и сжигание топлива влияет на кругооборот углерода. Считается, что время переноса углерода - 8 лет, азота - 110 лет, кислорода - 2500 лет.

- Круговорот серы.

Находящаяся в почве сера представляет собой продукт разложения материнских горных пород, содержащих пириты (серый колчедан FeS) и халькопириты (медный колчедан $CuFeS_2$), а также продукт разложения органических веществ растительного происхождения. Животные органические вещества содержат очень мало серы.

Корни абсорбируют почвенную серу, которая входит в создаваемые растениями серные аминокислоты (цистин, цистеин, метионин).

После отмирания растений сера возвращается в почву. Это осуществляют многочисленные микроорганизмы; некоторые из них восстанавливают органическую серу в H_2S и минеральную серу, между тем как другие окисляют эти продукты разложения в сульфаты. Последние поглощаются корнями растений, и, таким образом, обеспечивается продолжение круговорота.

Помимо серы органического происхождения, растения могут вводить в цикл значительные количества серы, переносимой воздушными массами и дождевой водой из промышленных районов (дымы). (Этот источник обеспечивает от 2,7 до 260 кг серы на 1 га в год).

- Круговорот воды.

Нам знакомы 3 состояния воды: твёрдое - лёд, жидкое - собственно вода, газообразное - водяной пар. Количество водяного пара в воздухе определяют как влажность, обычно в %. Главный источник поступления воды - атмосферные осадки, а главный источник расхода - испарение.

Продолжительность кругооборота: океан -3000 лет, подземные воды -5000 лет, полярные ледники - 8500 лет, озера -17 лет, реки -10 дней, вода в живых организмах - несколько часов.

Большой круговорот воды на поверхности земного шара хорошо известен - вызываемое солнечной энергией испарение с водных пространств создает атмосферную влагу; эта влага конденсируется в форме облаков, переносимых ветром, охлаждение облаков вызывает осадки в виде дождя и снега; осадки поглощаются почвой или стекают по ее поверхности; вода возвращается в моря и океаны.

Для нас наиболее важны те фазы этого круговорота, которые происходят в пределах экосистемы. Здесь можно выделить четыре процесса: ***перехват, эвапотранспирация, инфильтрация и сток***.

Растительность выполняет важную экранирующую функцию, перехватывая часть выпадающей в осадках воды до того, как она достигнет почвы, и испаряя ее в атмосферу. Этот перехват, который, естественно, бывает максимальным при слабых дождях, может в умеренных широтах достигать 25% общей суммы осадков. Вода, которая проникает сквозь кроны и падает в форме капель с листьев или, стекая по стеблям и стволам, достигает почвы, просачивается в нее или присовокупляется к поверхностному стоку. Это порождает некоторую неравномерность в распределении воды в почве, что может оказаться немаловажным для мелких биоценозов, расположенных на ее поверхности.

Часть инфильтрационной воды задерживается в почве, причем тем сильнее, чем значительнее почвенный коллоидальный комплекс (гумус и глина). Та часть воды, которая промывает почву на глубину 20-30 см, может вновь подняться на ее поверхность по капиллярам и испариться.

Корни растений способны всасывать почвенную воду со значительно большей глубины, чем 20-30 см; эта вода, доставленная листве, транспортируется в атмосферу.

Эвапотранспирацией называют отдачу экосистемой воды в атмосферу; она включает и физически испаряемую воду, и воду, транспирируемую биологически.

Количество воды, транспирируемой растениями, обычно велико; с улучшением водоснабжения растений транспирация усиливается.

Коэффициент транспирации - это количество воды, транспирируемой для создания 1 кг сухого вещества за сезон. Этот коэффициент очень велик и колеблется от 300 до 1000 в зависимости от вида растений. Например, для продуцирования 1 т (сухого веса) зерна требуется от 250 до 550 т воды (= 25-55 мм осадков).

Различия, главным образом, зависят от климата: растения в аридных зонах для продуцирования одинаковых количеств сухого вещества потребляют в два раза больше воды, чем во влажных областях. Согласно "правилу Вальтера", в семиаридных зонах, где величина годовых осадков ниже 30 см, продуктивность растительного покрова пропорциональна количеству осадков; там создается 1 т сухого вещества на каждые 10 см осадков.

Испарение - хорошо изучено метеорологами; величина его под растительным покровом намного ниже, чем на открытом воздухе, что объясняется экранизирующей ролью растений; оно оценивается в средней Европе в 1 тыс. т на 1 га в год.

Величину эвапотранспирации, которая представляет суммарное количество воды, транспирируемое растениями и испаряемое почвой, можно, следовательно, считать в средней Европе равной 3-7 тыс. т на 1 га в год.

***Отличие** циклов углерода и азота от круговорота воды состоит в том, что в экосистеме два названных элемента накапливаются и связываются, вода же проходит через нее почти без потерь.* Экосистема ежегодно использует на формирование биомассы лишь около 1% воды, выпадающей в виде осадков.

- Биотический потенциал и сопротивление среды.

Сохранение или рост численности зависит не только от скорости размножения (число новорожденных, отложенных яиц, произведённых семян или спор в единицу времени). Не менее важно и пополнение взрослого состава популяции за счёт потомства. Высокая скорость размножения при низких темпах пополнения не может существенно увеличить её численность. И напротив, размер популяции может расти за счёт увеличения темпов пополнения при малой скорости размножения. Это относится к людям (рождаемость низкая, но детская смертность низкая, поэтому практически все дети доживают до взрослого возраста).

Другим важным фактором, ведущим к росту популяции, относится способность животных мигрировать, а семян рассеиваться на новых территориях, приспосабливаться к новым местам обитания и заселять их, наличие защищённых механизмов и устойчивость к неблагоприятным условиям среды и болезням.

Биотический потенциал *- это совокупность факторов, способствующих увеличению численности вида.* У разных видов составляющие биотического потенциала неодинаковы, но они имеют одно общее свойство - стремительное увеличение численности при благоприятных условиях среды. В естественных условиях такое наблюдается редко. Вероятность того, что все условия окажутся благоприятными очень низка. Обычно один или несколько факторов (t, влажность, солёность, хищники, паразиты, нехватка пищи) становятся лимитирующими. Сочетание всех таких «ограничителей» называют сопротивлением среды. Сильнее всего они действуют на молодых особей, а это снижает темпы пополнения. При более суровых условиях гибнет часть взрослых особей.

Следовательно: рост, снижение и постоянство популяции зависит от соотношения между биотическим потенциалом и сопротивлением среды.

Принцип изменения популяции: это результат нарушения равновесия между биотическим потенциалом и сопротивлением окружающей её среды.

Подобное равновесие является ***динамическим***, т.е. непрерывно регулирующимся, т.к. факторы сопротивления среды редко подолгу остаются неизменными. Например: в один год численность популяции снизилась из-за засухи, а в следующий год полностью восстановилась при обильных дождях. Подобные колебания продолжаются неопределённо долго. Равновесие - понятие относительное. Иногда амплитуда отклонений мала, иногда значительна, но пока сократившаяся популяция способна восстановить прежнюю численность, она существует.

Равновесие в природных системах зависит от ***плотности популяции,*** т.е. числа особей на единицу площади. Если плотность популяции растёт - сопротивление среды увеличивается, в связи с чем увеличивается смертность и рост численности прекращается. И наоборот, с уменьшением плотности популяции - сопротивление среды ослабевает и восстанавливается прежняя численность.

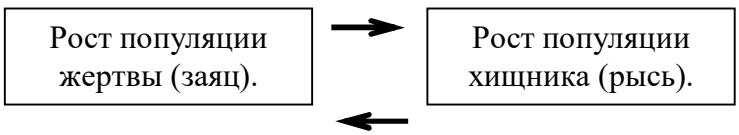
Воздействие человека на природу часто приводит к вымиранию популяции, т.к. не зависит от плотности популяции. Разрушение экосистем, загрязнение окружающей среды одинаково влияют на популяции как с низкой, так и высокой плотностью.

Кроме этого, биотический потенциал зависит от ***критической численности*** популяции. Если численность популяции (оленей, птиц или рыб) падает ниже этой величины, гарантирующей воспроизводство, биотический потенциал стремится к нулю и вымирание неизбежно.

Существование может быть поставлено под угрозу, даже когда множество представителей вида живы, но живут в домашних условиях, т.е. изолированы друг от друга (попугаи).

Равновесие экосистемы*. Гомеостаз* - это состояние подвижно-стабильного равновесия экосистемы (гомео - тот же, стазис - состояние).

Равновесие в экосистемах поддерживается *процессами с обратной связью.* Рассмотрим простейшую экосистему: заяц-рысь, состоящую из двух трофических уровнях.



Когда численность зайцев невелика, каждый из них может найти достаточно пищи и удобных укрытий для себя и своих детёнышей. Т.е. сопротивление среды невысоко, и численность зайцев увеличивается несмотря на присутствие хищника. Изобилие зайцев облегчает рыси охоту и выкармливание детёнышей. В результате численность хищника также возрастает. В этом проявляется *обратная положительная связь*. Однако с ростом численности зайцев уменьшается количество корма, убежищ и усиливается хищничество, т.е. усиливается сопротивление среды. В результате численность зайцев -снижается. Охотиться хищникам становится труднее, они испытывают нехватку пищи и их численность падает. В этом проявляется *обратная отрицательная связь*, которая компенсирует отклонения и возвращает экосистему в исходное состояние. Подобные колебания происходят периодически вокруг некого среднего уровня.

При некоторых условиях обратная связь может быть нарушена. Например, на зайцев стал охотиться другой хищник, или среди зайцев возникла инфекционная болезнь. При этом происходит нарушение сбалансированности системы, которое может быть обратимым или необратимым. Роль помех могут играть и абиотические факторы. Засуха снижает продуктивность растений и ограничивает пищу для зайцев, что немедленно отразиться на хищнике.

При появлении помех в системе «заяц-рысь» станет меньше и зайцев и рысей. Стабильность системы в целом не нарушается, но объём трофических уровней изменится. При этом новый уровень стабильности опять будет обеспечиваться механизмами обратной связи. Понятно, что давление помех не может быть беспредельным. При массовой гибели зайцев экосистема за счёт обратной отрицательной связи не может компенсировать отклонения. Тогда данная система прекратит своё существование.

Та область, в пределах которой механизмы отрицательной обратной связи способны сохранить устойчивость системы, хотя и в изменённом виде, называют ***гомеостатическим плато***. Экосистемы тем стабильнее во времени и пространстве, чем они сложнее, т.е. чем больше видов организмов и пищевых связей.

- Эффекты концентрации веществ в пищевых цепях.

После второй мировой войны стало быстро возрастать число различных синтетических веществ, выбрасываемых в окружающую среду. Это прежде всего гербициды и пестициды, предназначенные для уничтожения организмов (особенно, сорняков), наносящих вред урожаям, домашнему скоту и самому человеку.

Среди первых применявшихся с успехом пестицидов была группа хлорированных углеводородов, в том числе ДДТ *(дихлордифенилтрихлорэтан),* диэлдрин и алдрин. Эти вещества ядовиты для многих животных и человека, но особенно вредоносны для птиц, рыб и беспозвоночных.

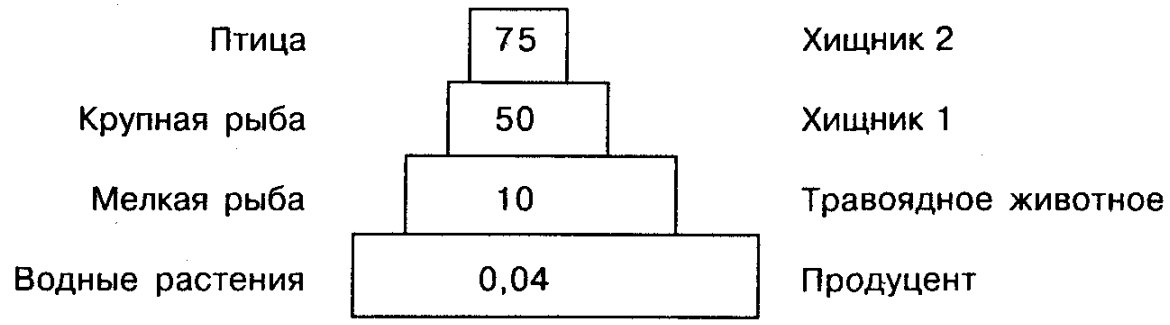


Рисунок 16. Количество ДДТ, заключенное в биомассе организмов, находящихся на разных трофических уровнях пищевой цепи

Цифрами выражено количество весовых единиц ДДТ, приходящееся на 1 млн. весовых единиц биомассы.

6.5. Иерархия живых систем

Биосфера (по В.И.Вернадскому) - область планеты, в которой существует или когда-либо существовала жизнь и которая постоянно подвергается или подвергалась воздействию живых организмов. Высказанные великим ученым взгляды о ведущей роли живого вещества в образовании современного химического состава атмосферы, гидросферы и части литосферы получили разностороннее подтверждение.

Биосфера *неизбежно превратится в ноосферу, т.е. сферу, где разум человека будет играть доминирующую роль в развитии системы человек-природа.*

Этот закон справедлив, хотя некоторые современные ученые рассматривают его как социальную утопию. В то же время очевидно, что если человечество не начнет регулировать свою численность, управлять собственными действиями на природу, опираясь на ее законы, то оно обречено на гибель. Поэтому ***смысл закона ноосферы*** видится в том, что *люди будут управлять не природой, а прежде всего собой.*

В.И.Вернадский считал, что *ноосфера - это новое геологическое явление* на Земле. В ней впервые человек становится *мощной геологической силой*. Но мыслить и действовать человек, как и все живое, может только в области распространения жизни, т.е. в биосфере, с которой он неразрывно связан и из которой не может уйти.

Биосфера - это геологическая земная оболочка, не только охваченная жизнью, но и структурно ею организованная. При этом биосфера как планетная система входит в более крупную надсистему Земли, обладающую единством взаимодействия земных и космических процессов.

Таким образом, важнейшими особенностями биосферы являются ее организованность и устойчивое динамическое равновесие. Организованность означает, что биосфера - не хаос разрозненных составляющих, а некоторое единое и связное целое.

6.6. Организация на уровне сообщества

Понятие сообщества имеет в экологии иной смысл, чем в гуманитарных науках, когда, скажем, говорят о мировом сообществе в смысле совокупности государств и людей, живущих на планете. Не совпадает понятие сообщества и с понятием географической территории, в том смысле, что на одной территории может существовать несколько сообществ.

Обычно в состав сообщества входит несколько видов с высокой численностью и множество видов с небольшой численностью. Большее разнообразие означает более длинные пищевые цепи, больше случаев симбиоза и большие возможности для действия отрицательной обратной связи, которая уменьшает колебания и потому повы-

шает стабильность систем. При стрессе число редких видов уменьшается.

Приграничные зоны между двумя или более сообществами, например между лесом и лугом, называют ***экотоном.*** Тенденция к увеличению разнообразия и плотности живых организмов на границах сообществ получило название краевого эффекта. Организмы, которые преимущественно обитают, наиболее многочисленны или проводят большую часть времени на границах между сообществами, называют ***«пограничными» видами.***

Отдельные виды или группы видов, которые принимают значительное участие в регуляции энергетического обмена и оказывают существенное влияние на среду обитания других видов, известны как ***экологические доминанты***. Природа создает естественные средства защиты от преобладания какой-либо популяции. Например, хищники предотвращают монополизацию одним видом основных условий существования. Человек, выступая сам в роли *суперхищника,* вызывает противоположный эффект, уменьшая разнообразие и способствуя развитию *монокультур.* С созданием *агрокультурных систем* человек выходит на уровень, до которого не доходило ни одно животное — *на уровень производства продуктов питания.* Но от этого естественные средства защиты от преобладания доминирующих видов не перестают действовать, и на монокультуры нападают резко увеличивающиеся популяции так называемых вредителей сельского хозяйства. Происходит не только популяционный взрыв численности населения, но и численности вредителей, с которыми человек вынужден бороться, применяя химические средства для защиты искусственных экосистем. Но пестициды и гербициды действуют не только на отдельные виды, как того хотелось бы человеку, а на все живое, в том числе на виды, уничтожающие вредителей. *Эффект получается обратный*: численность вида, от которого хотели избавиться, не уменьшается, а растет, да к тому же происходит загрязнение окружающей среды.

6.7. Организация на популяционном уровне

Организация на популяционном уровне связана в основном с регулированием численности и плотности популяций. Плотность популяции — это величина, определяемая числом особей или биомассой по отношению к единице пространства. Существуют верхние и нижние пределы для размеров популяции. Способность популяции к увеличению характеризуется рождаемостью. Различают максимальную рождаемость (иногда ее называют абсолютной или физиологической) — теоретически возможное количество особей в идеальных условиях, когда размножение ограничивается только физиологическими факторами (для данной популяции это величина постоянная), и экологическую, или реализуемую, рождаемость.

По отношению к популяции выделяют ***три возраста*** *— пререпродуктивный, репродуктивный и пострепродуктивный.* Существует константа стабильного распределения по возрастам. Для мелких организмов характерен короткий жизненный цикл, для крупных — более длинный. Имеет место компенсаторный механизм, когда высокое выживание обусловливает высокую вероятность снижения выживания в последующие годы.

Организацию на популяционном уровне нельзя понять без рассмотрения экосистемы в целом и наоборот. Распределение особей в популяции может быть случайным (когда среда однородна, а организмы не стремятся объединяться в группы), равномерным (когда между особями сильна конкуренция, способствующая равномерному распределению в пространстве) и групповым (в виде скоплений, что встречается чаще всего).

В популяции идут два противоположных процесса — ***изоляции и агрегации***. Факторы изоляции — конкуренция между особями за пищу при ее недостатке и прямой антагонизм. Это ведет к равномерному или случайному распределению особей. Конкуренцией называют взаимодействие двух организмов, стремящихся к одному и тому же (пище, пространству и т. п.). Конкуренция бывает внутри- и

межвидовой. Межвидовая конкуренция является важным фактором развития экосистем как целостностей более высокого ранга.

***Два последствия агрегации**:* увеличение *внутривидовой конкуренции* и *увеличение взаимопомощи*, способствующей выживанию группы в целом. «У особей, объединенных в группу, по сравнению с одиночными особями нередко наблюдается снижение смертности в неблагоприятные периоды или при нападении других организмов, поскольку в группе поверхность их соприкосновения со средой по отношению к массе меньше и поскольку группа способна изменять микроклимат или микросреду в благоприятном для себя направлении» *(Одум Ю. Основы экологии.* - С. 269). Лучше всего положительное влияние объединения в группу на выживание выражено у животных. Олли обнаружил, что рыбы в группе могут выдерживать большую дозу яда, введенного в воду, чем изолированные особи. В человеческом обществе влияние социализации еще сильнее.

Индивидуальный или семейный участок, который активно защищается, называют ***территорией***. В наибольшей степени территориальность выражена у позвоночных. Для защиты территории требуется инстинкт агрессии, который К. Лоренц называет основным у животных. Размеры участка варьируют от сантиметров до многих квадратных километров, как у пумы. Особи разного возраста могут вести себя по-разному. У взрослых более выражена территориальность, а молодежь склонна объединяться в группы.

Периодический уход и возвращение на данную территорию называют миграцией, а место, где живет организм, его местообитанием. Экологический термин «ниша» аналогичен генетическому термину «фенотип». *В понятие «экологическая ниша» включают не только физическое пространство, но и функциональную роль организмов в сообществе (например, его трофический статус) и его зависимость от внешних факторов* — температуры, влажности, почвы и других условий существования. Местообитание — это «адрес» организма, экологическая ниша — его «профессия». Чтобы изучить организм, надо знать не только его адрес, но и профессию.

Основной таксономической единицей в биологии является вид. Вид — это естественная биологическая единица, всех членов ко-

торой связывает участие в общем генофонде. В природе существует *дивергенция* — усиление различий между близкородственными видами (если они живут в одних географических областях), и конвергенция — уменьшение различий под действием эволюционного процесса (если виды живут в разных географических областях). *Дивергенция усиливает сдвиг ниш,* уменьшая таким образом конкуренцию и способствуя созданию большего видового разнообразия в сообществе. Фактором видообразования является таким образом не только разделение в пространстве, но и разделение экологических ниш в одном месте. К этому ведет *экологический отбор.*

6.8. Экологическая сукцессия

Смена одних видов другими за некоторый период времени называется экологической сукцессией. Завершающее сообщество - устойчивое, самовозобновляющееся и находящееся в равновесии со средой - называется климаксным сообществом. В животном мире этих сообществ тоже происходит смена одних видов другими, в значительной мере обусловленная сменой растительности, но этот процесс зависит еще и от того, какие животные могут мигрировать из соседних сообществ.

Описанный выше тип сукцессии, начинающийся с заселения обнаженной горной породы иди другой поверхности, лишенной почвы (например, песчаных дюн или бывшего ложа ледника), называется первичной сукцессией. В отличие от этого вторичной называют сукцессию, начинающуюся там, где поверхность полностью или в значительной степени лишена растительности, но прежде находилась под влиянием живых организмов и обладает органическим компонентом. Таковы, например, лесные вырубки, выгоревшие участки или заброшенные сельскохозяйственные угодья. Здесь в почве могут сохраняться семена, споры и органы вегетативного размножения, например, корневища, которые будут оказывать влияние на сукцессию. Как при первичной, так и при вторичной сукцессиях флора и фауна окружающих территорий являются главным фактором, определяющим ти-

пы растений и животных. включающихся в сукцессию в результате случайного расселения и миграций.

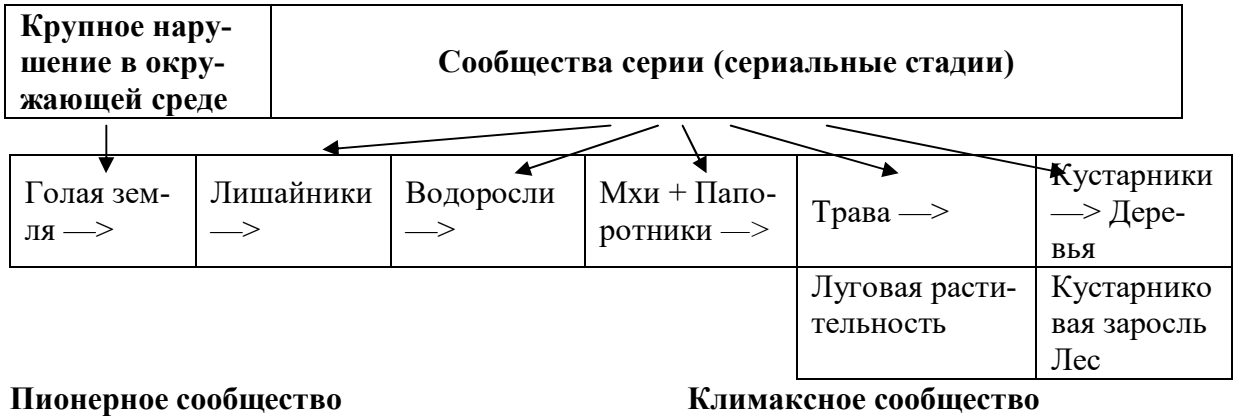


Рисунок 17. Типичная наземная сукцессия

Полную сукцессию иногда называют серией. Серия образует ряд сериальных сообществ (сериальных стадий). В сходных условиях среды серии нередко бывают представлены сходными сукцессиями; поэтому их можно классифицировать в соответствии с этими условиями: например, гидросерия развивается в водной среде в результате заселения открытой водной поверхности, галосерия - на соленых маршах.

Впервые теория сукцессии была детально разработана в 1916 г. **Клементсом**. Он изучал сообщества в Северной Америке и пришел к выводу, что основным фактором, определяющим состав климаксного сообщества, является **климат**. По представлениям Клементса, в данных климатических условиях может существовать только одно климаксное сообщество, которое называется климаксом (концепция моноклимакса). Любой перерыв в движении по направлению к климаксу, вызванный местными условиями рельефа, микроклимата, землепользованием и т.д., тоже может привести к формированию устойчивого сообщества, но его нельзя считать окончательным; воздействие климатических факторов все-таки приведет к "теоретическому" климаксу. Более современной является концепция поликлимакса, согласно которой климакс формируется под влиянием всех физических факторов, причем один или несколько из них могут доминировать (например, дренаж, почва, топография, пожары). Сообщество считается настоящим климаксом, если оно "устойчиво" длительный период времени:

любые изменения в нем происходят относительно медленно по сравнению с временем, необходимым для прохождения сукцессии до стадии климакса.

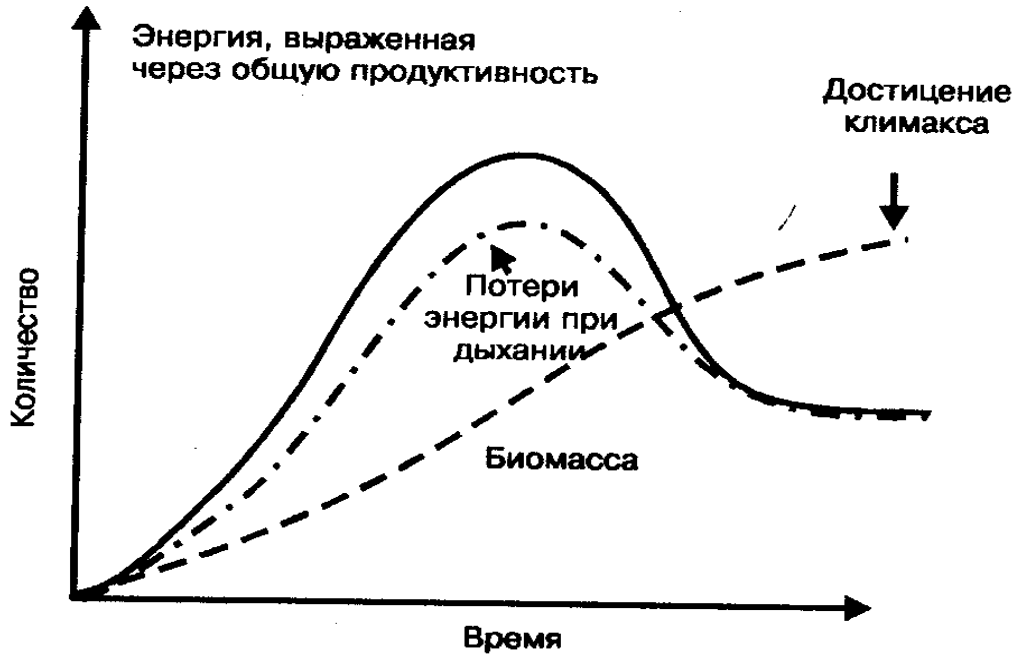


Рисунок 18. Изменения общей продуктивности дыхания и биомассы в ходе типичной сукцессии.

Экологическое доминирование. Наблюдения, касающиеся экологического доминирования, наводят на мысль, что сукцессия всегда идет в направлении к климаксу, где доминирует один или несколько видов-кодоминантов, например, к дубовому лесу или к дубово-ясеневому лесу. В таких лесах в связи с затенением и другими причинами ограничен рост видов, которые могли бы существовать рядом с доминантами. Линдеман в 1942 г. высказал предположение, что сукцессии сопровождаются повышением продуктивности вплоть до климаксного сообщества, в котором превращение энергии происходит наиболее эффективно. Это логичная и привлекательная гипотеза, так как поток энергии, проходящей через экосистему, является одним из важных факторов, лимитирующих численность и биомассу организмов, жизнь которых она способна поддерживать. Данные исследований показывают, что на поздних стадиях сукцессий продуктивность действительно возрастает, однако при переходе к климаксному сообществу обычно происходит снижение общей продуктивности.

Лекция 7.
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

7.1. Экологическая география

7.2. Географическое распространение организмов

7.3. Экологические возможности окружающей среды

7.4. Ограниченность экологических (природно-ресурсных) возможностей окружающей среды

7.5. Истощение природных ресурсов и проблема отходов

7.6. Природно-ресурсный потенциал. Региональная неравномерность распределения природных ресурсов в мире

7.7. Основные мероприятия по сохранению и воспроизводству естественных и растительных видов

Человек и природа неотделимы друг от друга и тесно взаимосвязаны. Для человека, как и для общества в целом, природа является не только средой обитания, но и необходимым для существования источником природных ресурсов. Человек - это часть природы, и как биологический вид влияет на природу. В первобытном обществе, когда основным источником существования людей были охота и рыбная ловля, человек зависел от природы. С развитием сельского хозяйства, промышленности, транспорта, воздействие человека на природы стало значительным. *Главная задача физической географии конца XX - начала XXI столетия - научное содействие человечеству в его работе по всё более возрастающему использованию уже открытых ресурсов, сознательному преобразованию уже освоенных районов.* В плане научной разработки проблемы природных ресурсов (*ресурс* - фр. *средства, запасы*) предстоит решить очень сложные и трудные проблемы совершенствования теории физической географии меньшего ранга, но не меньшего значения.

7.1. Экологическая география

Современная физгеография имеет в большой степени экологическую направленность. До недавнего времени (до 1960-х гг.) физгеографы изучали литогенную фиксированную, инертную основу ланд-

шафта, до 1980 гг. - обменно-транзитную часть (мобильную основу) - воздушные и водные массы, связывающие внутренние части геосистем и объединяющие их с внешним окружением. Сейчас внимание географов направляется на биоту - живую часть системы. В силу физико-химических и биологических свойств она является и инертной и мобильной одновременно: избирательна по отношению к внешним условиям, способна к активности, росту, размножению. Живая часть ландшафта выступает как внутренний фактор саморегуляции, восстановления, стабилизации геосистем. В итоге управление системой, рациональное использование сил природы сводится к оптимизации условий живой части геосистемы.

Современная физгеография - учение о геосистемах, целостных самих по себе и разделённых на соподчинённые целостности. Учение о геосистемах - качественно новый, значительно более высокий уровень современной физгеографии, поскольку углубился и расширился пространственный диапазон географических исследований. Аэрофото- и космические исследования предоставили возможность почти одновременного исследования пространств *планетарной* размерности. При этом усилилось применение геофизической аппаратуры. С другой стороны, появились возможности для изучения небольших площадей *морфологической* размерности. Сейчас изучение морфологических частей ландшафта проводятся на многих стационарах в России и за рубежом. Эти исследования открывают возможность познания инвариантов геосистем, выявления их естественной и антропогенной динамики, познание экологических режимов земель. Эти исследования открывают пути для количественных методов оценки моделирования географических процессов и структур. На стационарах возможна разработка принципов и методов защиты геосферы, оптимизации в широком смысле слова окружающей человека среды.

Учение о геосистемах позволяет сблизить задачи пространственного и функционального анализов применительно к отдельным ландшафтам и в масштабе всей таксономической системы ГО. Можно мыслить малый круговорот, имея представление о круговороте в системе морфологического порядка. Таксономическая шкала позволяет

связать вложенные один в другой подчинённые друг другу круговороты геосистем разных размерностей - микро-, мезо-, макро-, мега-.

Учение о геосистемах имеет выход в практику через проектную и плановую документацию, в которой используется переработанная географическая информация. Эта научно-техническая работа является составной частью географического исследования и составляет сущность ***прикладной географии***. Последняя включает в себя не только природные проблемы, но и вопросы социальной и экономической географии. *Природа, население, хозяйство,* хотя развиваются в общей системе, но имеют собственные законы развития. Они существуют раздельно во взаимной зависимости. Следует рассматривать прямые, обратные связи, положительные, отрицательные и т. п. Нормы рационального природопользования следует рассматривать во взаимодействии этих трёх начал. В тесной связи с этой задачей находится проблема географического прогнозирования.

Существенные отличия условий существования организмов в различных географических зонах вызвали необходимость дифференциации экологических знаний в зависимости от географического размещения организмов на Земле. При организации природопользования необходимо учитывать географические особенности и различия реакций разных природных систем (водных и наземных) на антропогенные воздействия. Поэтому экология тесно связана с географией, в рамках которой возникли и самостоятельно развиваются такие области, *как ботаническая, зоологическая, медицинская* и другие географии.

На стыке экологии и географии сформировался и быстро развивается важный раздел экологии - ***географическая экология,*** называемый также **геоэкологией** или ландшафтной *экологией.* Ландшафтом называют природный географический комплекс, в котором все основные компоненты (воды, почвы, рельеф, климат, растительный и животный мир), взаимодействуя друг с другом, образуют однородную по свойствам целостную систему. Задачи природопользования вызвали в последнее время необходимость самостоятельного развития геоэкологии, которая в современном виде включает в себя и конкретные знания геологии, геохимии, гидрологии и др.

Исторически важное воздействие на эволюцию биосферы оказал дрейф континентов, в результате которого эволюция разных групп организмов пошла различными путями. Согласно теории дрейфа континентов, выдвинутой Альфредом Вегенером в двадцатых годах XX века, современные континенты возникли из единого массива суши, получившего название Пангея и существовавшего на нашей планете еще в палеозое, как остров в Мировом океане. Примерно 200-250 млн. лет назад в конце палеозоя - начале мезозоя Пангея «раскололась» *на два крупных массива суши*, которые стали расходиться, дав возможность сформироваться новым океанам. Индия и континенты, находящиеся сейчас в Южном полушарии (Южная Америка, Африка, Антарктида, Австралия), составляли вместе *единый материк Гондвана*. Нынешняя Северная Америка, Европа и Азия образовали материк *Лавразия.*

В юрский период Гондвана и Лавразия отделились друг от друга. К тому времени эволюция динозавров достигла довольно высокой степени, хвойные леса существовали уже на протяжении миллионов лет, появились первые птицы и млекопитающие. Еще до того как началось разделение Гондваны на ныне существующие южные континенты и Индию, динозавры и хвойные леса заняли господствующее положение среди живых организмов. *После разделения Гондваны эволюция видов на разных континентах пошла различными путями*. Так, сумчатые млекопитающие достигли большого разнообразия в Австралии и Южной Америке, тогда как плацентарные млекопитающие заняли доминирующее положение на других континентах.

Приблизительно в это же время происходило разделение Лавразии, где уже существовали хищные, копытные грызуны, приматы и многие другие млекопитающие. Поэтому неудивительно, что североамериканские, азиатские и европейские виды млекопитающих связаны между собой более близким родством, чем с млекопитающими Австралии и Южной Америки. Нынешние континенты сформировались в основном в конце мезозоя, около 110 млн. лет назад, хотя Индия, перемещаясь к северу, соединилась с Азией только 20 - 30 млн. лет назад.

Экологическая география - учение о географическом распространении экосистем. Для наземно-воздушной среды, так же как и для водной, характерна четко выраженная ***географическая зональность.***

Любые сочетания растительного и животного мира соответствуют морфологическим подразделениям географической оболочки Земли - *климатическим зонам.*

Различают широтные и меридиональные или долготные природные зоны. Первые тянутся с запада на восток, вторые - с севера на юг. В долготном направлении широтные зоны подразделяются на подзоны, а в широтном - на провинции.

Животные и растения тесно связаны с условиями, характерными для каждой зоны, в которой они обитают, и адаптируются прежде всего к комплексу климатических факторов, которые в свою очередь зависят от почвенных условий, рельефа, от географических и ряда других особенностей той или иной местности. Поэтому в основу распределения биогеоценозов с их специфическим набором растений, животных и микроорганизмов могут быть положены *климатические зоны* земного шара. Г.Вальтер выделяет шесть главных климатических зон:

1. Экваториальная зона.

2. Тропическая зона.

3. Зона сухих субтропиков.

4. Переходная зона (Средиземноморье, Калифорния, юг и юго-запад Австралии, юго-запад Южной Америки и др.).

5. Умеренная зона - подразделяется на подзоны:

- теплого умеренного климата (Южная Африка);

- типичного умеренного климата (центральная Европа);

- аридного умеренного климата континентального типа (центральная Азия);

- бореального или холодного умеренного климата (Северная Америка и Северная часть Евразии).

6. Арктическая (антарктическая) зона.

Каждая климатическая зона характеризуется своеобразной растительностью и животным населением. Наиболее богаты жизнью и продуктивны *тропические леса*, поймы крупных рек, прерии и леса

субтропиков и переходной зоны. Менее продуктивны пустыни, луга и степи.

Зональное распределение биогеоценозов обусловлено рядом факторов. Если, к примеру, то или иное растение или животное не встречается в какой-либо природной зоне, причиной этого могут быть высокие горные хребты или водные пространства, условия влажности, недостаток пищи и др.

Одним из важных условий изменчивости организмов и их зонального перемещения и размещения по планете служит изменчивость химического состава среды. В этом отношении большое значение имеет учение А.П.Виноградова о биогеохимических провинциях, которые определяются зональностью химического состава почв, а также климатической, фитогеографической зональностью биосферы.

Биогеохимические провинции - это области на поверхности Земли, различающиеся по содержанию в них (в почвах, водах и т.д.) химических соединений, с которыми связаны определенные биологические реакции со стороны местной флоры и фауны.

Наряду с горизонтальной зональностью в наземной среде четко проявляется вертикальная поясность. В целом для планеты характерно изменение животного населения и растительности в направлении от основания гор к вершинам, подобно широтной зональности. При подъеме в горы повторяется та же смена зон, что и от экватора к полюсам: у подножия обычно располагаются пустыни, затем степи, широколиственные леса, хвойные леса, тундра и, наконец, льды. Однако полной аналогии здесь нет. Горы имеют специфичные растительность и животное население.

Географическая зональность - закономерность дифференциации географической оболочки Земли. Проявляется в последовательной и определенной смене географических поясов и зон, обусловленной главным образом характером распределения лучистой энергии Солнца по широтам (уменьшается от экватора к полюсам) и неравномерностью увлажнения. Географической зональности подчинены климатические, гидрологические, геохимические, геоморфологические, почвенные и другие процессы. Наиболее отчетливо зональность проявляется на крупных равнинах (например, на Восточно-Европейской,

Западно-Сибирской). В горах зональность проявляется в смене характерных спектров, высотной поясности и осложняется влиянием экспозиции склонов.

Принцип географической зональности сформировал А. Гумбольдт (1769-1859). А.А.Григорьев и М.И. Будыко вывели закон периодической географической зональности, который гласит: "Со сменой физико-географических поясов аналогичные ландшафты и их некоторые общие свойства периодически повторяются".

7.2. Географическое распространение организмов

Ископаемые остатки были хорошо известны еще до того, как мысль об эволюции получила всеобщее признание. В самых древних породах, содержащих ископаемые остатки, встречаются организмы очень немногих типов, и все они имеют простое строение. Более молодые породы содержат и более разнообразные ископаемые остатки со все более сложным строением. Во всей палеонтологической летописи многие виды, появляющиеся на каком-либо стратиграфическом уровне, на более позднем уровне исчезают. В эволюционном смысле это истолковывают как возникновение и вымирание видов в соответствующие эпохи.

Геофизические данные указывают на то, что географические области и климатические условия изменялись на всем протяжении истории Земли. Поскольку каждый организм приспособлен к определенной среде, непрерывно изменяющиеся условия могли благоприятствовать возникновению некоего механизма эволюционного изменения, что позволяет объяснить прогрессивные изменения в строении организмов. Экологические соображения тоже согласуются с палеонтологическими данными: так, например, растения появились на суше раньше, чем животные, насекомые — раньше, чем опыляемые ими растения.

Одно из главных возражений против использования ископаемых остатков для доказательства эволюции — отсутствие непрерывности в палеонтологической летописи. Разрывы в ней ("недостающие звенья") считают веским доводом против теории образования новых форм путем постепенного изменения. Однако существует ряд сообра-

жений, позволяющих объяснить неполноту палеонтологических данных:

- мертвые организмы быстро разлагаются;

- мертвые организмы поедаются животными, питающимися падалью;

- животные с мягким телом плохо поддаются фоссилизации;

- лишь небольшая часть особей погибла в условиях, благоприятных для фоссилизации;

- обнаружена только часть ископаемых остатков.

Данные в пользу эволюционного процесса пополняются по мере нахождения все большего числа "недостающих звеньев" — либо недостающих останков, таких как сеймурия (амфибии => рептилии), археоптерикс (рептилии => птицы) и циногнатус (рептилии => млекопитающие), либо ныне живущих, как латимерия, близких по своему строению к вымершим формам.

Возможно также, что новые виды возникли внезапно, и промежуточных форм не существовало. ***Элдредж* и *Гоулд*** описали процесс,, позволяющий объяснить внезапное появление некоторых видов в палеонтологической летописи. По их мнению, скорости эволюции варьируют, и некоторые новые виды возникают очень быстро, что и приводит к неполноте палеонтологической летописи. Эти "скачки" в эволюционной последовательности породили термин "скачкообразная эволюция".

Все организмы в большей или меньшей степени приспособлены к своей среде. Если абиотические или биотические факторы, имеющиеся в определенном местообитании, могут обеспечить существование какого-то вида в одной географической области, то этот вид будет обнаружен в аналогичном местообитании и в другой сходной географической области, например, в африканских саваннах и южноамериканской пампе. Однако на самом деле это не так. Распространение растений и животных на земном шаре носит прерывистый характер. Это нередко обусловлено экологическими факторами, однако данные об успешной колонизации новых местообитании растениями и животными, интродуцированными в них человеком, позволяют думать, что

в этом участвуют, наряду с экологической адаптацией, и какие-то другие факторы.

Кроликов в Австралии не было, но быстрое увеличение их численности после того, как они были завезены туда человеком, указывают, что австралийские места обитания им подходили. Рациональное объяснение прерывистого распространения организмов основано на концепции, согласно которой виды возникают в какой-то данной области, а затем расселяются из нее. Степень расселения зависит от того, насколько успешно может обосноваться данный организм в новых местах, от механизма его расселения и от наличия или отсутствия естественных преград, таких как океаны, горные хребты и пустыни. Наиболее приспособлены для распространения через сушу и моря, по-видимому, споры и семена, переносимые ветром, и летающие насекомые.

Все изложенное выше можно свести к следующему:

- виды возникли в какой-то определенной области;
- они расселялись за пределы этой области;
- большинство видов могли расселяться только в том случае, если массивы суши располагались достаточно близко один от другого;
- отсутствие в какой-либо области более высокоорганизованных форм обычно указывает на то, что она отделилась от родины этих форм до возникновения последних.

Ни один из приведенных выше фактов не позволяет объяснить механизм возникновения видов, однако все они указывают на то, что разные группы возникали в разное время и в различных областях.

Система классификации была создана ***Линнеем*** задолго до Дарвина и Уоллеса, но тем не менее она содержит кое-какие намеки, связанные с проблемой происхождения видов и эволюции. Конечно, можно представить себе, что все виды, как ныне живущие, так и вымершие, были сотворены каждый в отдельности в какой-то отдельный момент времени или существовали всегда, однако структурное сходство между организмами, составляющее основу естественной филогенетической классификации, наводит на мысль о существовании *эволюционного процесса*. Черты сходства и различия между организмами можно представить как результат ***прогрессивной адаптации*** *орга-*

низмов в пределах каждой группы к определенным условиям среды на протяжении некоторого периода.

Одним из самых распространенных достижений человеческой цивилизации было *выведение сортов растений и пород домашних животных от диких предков*. Отбирая те особи, которые обладали какими-то желательными отклонениями, более крупным размером или более приятным вкусом и запахом, человек сохранял эти признаки путем искусственного разведения с помощью избирательного размножения или опыления. В результате непрерывной селекции человек создал породы домашних животных и сорта культурных растений, которыми мы располагаем сейчас.

До того как стали известны работы ***Менделя***, теоретические основы генетики и селекции растений и животных оставались неясными. Однако это не ограничивало практические усилия человека. Если перейти на генетическую терминологию, человек сохраняет гены, желательные для его целей, и элиминирует те, которые его не устраивают. Производя отбор, он использует существующую в природе изменчивость, а также возникающие время от времени случайные мутации.

Недавно возникла новая форма искусственного отбора — неумышленный отбор на устойчивость к антибиотикам, пестицидам и гербицидам, которому подвергаются соответственно патогенные микроорганизмы, вредители и сорняки. Создается порочный круг: все возрастающее число химических веществ, изобретаемых для борьбы с вредными организмами, приводит к появлению новых форм устойчивости к этим веществам.

7.3. Экологические возможности окружающей среды

Экологические возможности окружающей среды - это **природно-ресурсные возможности,** из которых можно отметить биологические, рекреационные, агроклиматические, водные, почвенные, полезные ископаемые, энергия ветра, воды, солнечная радиация, атмосферный воздух и т.д.

Природные ресурсы в широком смысле - это все природные блага, удовлетворяющие экологические, экономические, культурно-оздоровительные потребности человека и общества; в узком смысле - естественные источники удовлетворения потребностей материального производства (земельные, водные, лесные, минеральные ресурсы).

Существует много классификаций природных ресурсов, основанных на различных целевых подходах к их эксплуатации.

Ресурсы классифицируют с точки зрения их доступности, происхождения, химической природы, по принадлежности к тем или иным компонентам природы, по назначению, по сфере использования.

Как показывает международный опыт, качество окружающей среды в любом государстве соответствует его экономическому состоянию. В последнее время стало очевидно, что качество окружающей среды невозможно поддерживать на приемлемом для безопасности жизнедеятельности человека уровне, если кардинально не будет изменена стратегия природопользования. Сделать использование природных ресурсов экономным и не загрязняющим среду призвана новая отрасль экономической науки - ***экономика природопользования.***

Выделяют также экологические ресурсы - это качество окружающей среды, соответствующее требованиям человеческого организма.

Свод экономических, экологических, организационных и технических показателей, характеризующих количество и качество природного ресурса, состав и категории природопользователей, называется **кадастром природного ресурса.** Единого кадастра природных ресурсов не существует. Кадастры представлены по видам природного ресурса.

Через определенное время (периодически) кадастры обновляются. Данные кадастровой оценки применяют при планировании использования ресурса, для оценки степени рациональности использования, при определении платежей за ресурс и т.д.

Природные ресурсы бывают: невозобновимые - полезные ископаемые; возобновимые - почва, растительный и животный миры; космические - солнечная радиация, энергия приливов; климатические - атмосферный воздух, энергия ветра; водные - ресурсы Мирового Океана.

Хозяйственная и производственная деятельность человека влияет на природные ресурсы:

- невозобновимые - могут совершенно не восстанавливаться или восстанавливаться очень медленно;

- возобновимые - на восстановление животного мир требуется несколько лет, на восстановление вырубленных лесов - от 80 до 100 лет. Могут переходить в невозобновимые.

- водные (пресная вода) - сокращение пресных вод связано с деятельностью промышленных предприятий, которые сбрасывают неочищенные стоки, вырубкой лесов, обмелением и высыханием водоемов.

- климатические - загрязнение атмосферного воздуха различными газами, химическими примесями, радиоактивными веществами, что отрицательно сказывается на здоровье людей

- космические - в результате скопления промышленных предприятий и высокой задымленности воздуха, солнечная радиация изменена и уменьшена.

Качество природных ресурсов: В связи с загрязнением вод, почвы, воздуха промышленными, сельскохозяйственными, бытовыми стоками и выбросами резко ухудшилось их качество; истощение богатых месторождений привело к эксплуатации месторождений с низким содержанием полезных продуктов, что увеличило загрязненность среды.

7.4. Ограниченность экологических (природно-ресурсных) возможностей окружающей среды

Негативные изменения экологических возможностей окружающей среды проявляются в истощении биологических ресурсов (сокращаются площади лесов, число биологических видов животных, растений, микроорганизмов), рекреационных ресурсов, водных ресурсов (рек, морей, океанов) и их биологического разнообразия.

Необходимость охраны экологических (природно-ресурсных) возможностей окружающей среды определяется невосполнимостью и незаменимостью многих из них для жизни и деятельности человека.

Взаимоотношения человека и живых организмов сложны и разнообразны.

Человек сокращает численность и биомассу растений и животных, используя их как ресурс, отравляя химическими средствами, разрушая их местообитание.

За последние 370 лет, по некоторым данным, с лица Земли исчезло около *130 видов птиц и млекопитающих*, а сотни видов вписаны в Красную книгу - перечень и описание видов, находящихся под угрозой исчезновения. Многие виды сохранились только в зоопарках.

Международный союз охраны природы (МСОП) издал 5 томов международной Красной книги, куда включены 1182 вида животных и 20 тысяч видов растений.

Утрата любого, даже самого бесполезного, на первый взгляд, вида означает необратимое обеднение генетического фонда планеты, снижение биоразнообразия - основы устойчивости экосистем.

Ограниченность экологических возможностей окружающей среды ставит перед человечеством задачу их охраны и рационального использования.

7.5. Истощение природных ресурсов и проблема отходов

Истощение природных ресурсов является одной из глобальных экологических проблем. Природные ресурсы - это все естественные материальные и энергетические ресурсы, используемые человеком. При этом часто забывают, что большинство из них являются ресурсами не только для человека, но и для живой природы в целом.

Существует несколько классификаций природных ресурсов. *Естественная классификация* основана на разделении ресурсов по компонентам природной среды: земельные, минеральные, водные, климатические, растительные, животного мира и пр.

В хозяйственной классификации ведущее значение имеет отраслевая принадлежность: ресурсы топливно-энергетического комплекса, металлургии, химической промышленности, сельского хозяйства и пр. С *эколого-экономической* точки зрения важна классификация по признакам исчерпаемости.

Рисунок 19. Классификация природных ресурсов

К ***исчерпаемым*** ресурсам относятся те, которые могут быть исчерпаны в ближайшей или отдаленной перспективе. Сюда относятся в первую очередь ресурсы недр и ресурсы живой природы. ***Исчерпаемость ресурса*** понятие относительное. Обычно ресурс считают исчерпанным в том случае, когда его добыча и использование (с учетом переработки) становится экономически невыгодной. Ясно, что последнее зависит от уровня технологий, культуры производства и пр. Например, в России месторождение нефти считают исчерпанным, когда из него извлечено около 30 % самого продукта. Передовые технологии между тем позволяют использовать до 60-70 % нефти при сохранении рентабельности производства.

В других случаях использование ресурса оказывается мнимо рентабельным до полного его исчерпания. Это, в частности, относится к полному истреблению отдельных видов растений и животных, а также использованию экосистем, например Арала и Приаралья.

К ***неисчерпаемым*** относятся те ресурсы, *которые можно использовать неограниченно долго.* Например, ресурсы солнечной энергии, ветра, морских приливов. Однако и в данном случае неисчерпаемость является относительной. Для каждого ресурса есть лимиты потребления, превышение которых опасно для окружающей природной среды. Например, использование выше определенных

пределов солнечной энергии грозит повышением температуры околоземного пространства и возможным тепловым или термодинамическим кризисом.

Особое положение среди ресурсов занимает **вода.** Она *исчерпаема*, хотя и временно, вследствие загрязнения (качественно), но *неисчерпаема количественно*. Запасы ее на Земле практически не изменяются, а происходит лишь перераспределение ее между отдельными сферами (океан, суша, атмосфера) или формами (жидкая, твердая, парообразная).

Проблема исчерпаемости природных ресурсов с каждым годом приобретает все большую актуальность. Это связано как с осознанием факта их *ограниченности,* так и с интенсивно увеличивающимся потреблением. Темпы роста потребления ресурсов примерно на порядок выше темпов роста численности населения. В литературе приводятся следующие данные: при современных темпах роста народонаселения 1,7 % в год оно должно удваиваться через каждые 41 год. В то же время добыча золота возрастает на 4 % в год и имеет период удвоения 18 лет, потребление минеральных ресурсов увеличивается в среднем на 7 % в год, а период удвоения составляет 10 лет.

Потребление ресурсов приводит к существенным изменениям биосферы. Преждевременное изъятие погребенных в литосфере веществ и ввод их в оборот нарушает оптимальный баланс круговорота веществ в природе. Кроме того, использование невозобновимых ресурсов влечет за собой цепь частных последствий, важных для биосферы: преобразование ландшафтов, изъятие площадей природных экосистем, деградация почв, изменение распределения грунтовых вод и др.

С потреблением ресурсов неразрывно связана и другая экологическая проблема - проблема отходов.

Отходы *- неиспользуемые остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий и продуктов, образующиеся в процессе производства продукции или ее потребления и утратившие свои потребительские свойства*. Отходы относятся к материальным объектам, которые могут быть потенциально опасны и для окружающей природной среды и для здоровья человека.

Все отходы можно разделить на:

• *бытовые (коммунальные);*

• *промышленные (отходы производства);*

• *отходы производственного потребления;*

• *опасные (токсичные);*

• *радиоактивные отходы*.

В свою очередь, промышленные отходы делят на *твердые* и *жидкие.* К твердым отходам относятся отходы металлов, древесины, пластмасс, промышленный мусор и прочее. Жидкими отходами считаются осадки сточных вод после их обработки, шламы пылей минерального и органического происхождения в системах мокрой очистки газов.

Опасными отходами являются, в частности, широко применяемые в сельском хозяйстве различные ядохимикаты, а также промышленные отходы, содержащие канцерогенные и токсичные вещества. По данным статистики, на территории России накоплено около 80 млрд. т отходов, количество которых неуклонно растет из года в год.

Наибольшую опасность для окружающей среды и здоровья человека представляют радиоактивные отходы, которые образуются на АЭС, радиохимических заводах, гидрометаллургических комбинатах, в исследовательских центрах.

На территории России суммарная активность незахороненных радиоактивных отходов превышает *4 млрд. Ки*. В России существует *15 полигонов* для захоронения радиоактивных отходов, центры по их утилизации (например, Челябинск-65, Красноярск-26). Большую опасность представляют забытые захоронения отходов, на месте которых строятся жилые дома или другие сооружения. В России учет таких захоронений пока не ведется. Не меньшую опасность представляет транспортировка отходов - токсичных и радиоактивных.

Как и в других странах мира, озабоченных проблемой отходов, в России предпринимаются шаги по нормализации (минимизации) этой проблемы на законодательном уровне. Так, в 1998 г. принят Федеральный закон "Об отходах производства и потребления". Этот Закон устанавливает общие требования к обращению с отходами. В соответствии с Законом, деятельность по обращению с отходами, в том

числе с опасными, лицензируется. Опасные отходы в зависимости от степени их вредного воздействия на окружающую среду и здоровье человека подразделяются на классы опасности.

Все промышленные отходы делятся на четыре класса опасности:

• *первый класс* - вещества (отходы) чрезвычайно опасные;

• *второй класс* - вещества (отходы) высокоопасные;

• *третий класс* - вещества (отходы) умеренно опасные;

• *четвертый класс* - вещества (отходы) малоопасные.

Наличие в отходах ртути, сулемы, хромовокислого, цианистого калия, сурьмы треххлористой, бенз(а)пирена, окиси мышьяка и других высокотоксичных веществ позволяет отнести их к первому классу опасности. Наличие в отходах хлористой меди, хлористого никеля, трех-окисной сурьмы, азотнокислого свинца и других, менее токсичных веществ дает основание отнести отходы ко второму классу опасности. Наличие в отходах сернокислой меди, щавелевокислой меди, никеля хлористого, окиси свинца, четыреххлористого углерода и других позволяет отнести их к третьему классу опасности. Наличие в отходах марганца сернокислого, фосфатов (P_2O_5), цинка сернокислого, хлористого цинка дает основание отнести эти отходы к четвертому классу опасности. На опасные отходы составляется паспорт.

Законодательством регламентируется и транспортировка опасных и радиоактивных отходов. Ввоз отходов на территорию России из-за границы в целях их захоронения и обезвреживания запрещается. На использование ввозимых отходов выдается специальное разрешение.

В России для государственного контроля и упорядочения обращения с отходами ведется государственный кадастр отходов, включающий федеральный классификационный каталог отходов, государственный реестр объектов размещения отходов, а также банк данных об отходах и технологии использования и обезвреживания.

В настоящее время реализуется *Федеральная целевая программа "Отходы".* Ее цель - снижение уровня загрязнения окружающей среды отходами и экономия природных ресурсов за счет максимально возможного вторичного вовлечения отходов в хозяйственный оборот. В программу включены задачи снижения объемов образова-

ния отходов на основе внедрения малоотходных и безотходных технологий, сокращения количества опасных отходов за счет применения новых технологий, а также задачи экологически безопасного размещения отходов. Промышленным способом перерабатывается только 3,5% твердых бытовых отходов, а остальное вывозится на полигоны и свалки.

Современное энергопотребление человека составляет около 10^{13} Вт/год и основано на невозобновляемых запасах ископаемого топлива - каменного угля, нефти, газа. За счет минерального топлива в мире вырабатывается около 95 % энергии. *Отсюда следует, что энергетическая проблема человечества напрямую зависит от топливно-энергетического потенциала Земли. Но, несмотря на огромные запасы ископаемого топлива и развивающиеся энергосберегающие технологии, эти запасы конечны и иссякаемы.*

Энергетике принадлежит первенство в химическом, тепловом, аэрозольном, электромагнитном, радиоактивном загрязнении окружающей среды. Таким образом, можно смело сказать, что от решения энергетических проблем зависит возможность решения *основных экологических проблем*.

7. 6. Природно-ресурсный потенциал. Региональная неравномерность распределения природных ресурсов

Под природными ресурсами понимают все *природные блага,* используемые как естественные источники удовлетворения потребностей материального производства (минеральные, земельные, лесные, водные ресурсы)

Наряду с природными ресурсами различают также природные условия. Последние отличаются от природных ресурсов тем, что они влияют на жизнь и деятельность человека, но в данный период не участвуют в материальном производстве.

На современном уровне развития природа рассматривается как *источник самых разнообразных ресурсов: производственных* (сырья и энергии для промышленности), сельскохозяйственных (естественного плодородия почв, тепло- и влагообеспеченности для производства

продуктов растениеводства и животноводства), здравоохранительных и рекреационных, эстетических и научных (служащих источником творческого вдохновения, используемых для изучения природных закономерностей), территориальных и экологических (условий существования людей в конкретном месте) и др.

Та часть природных ресурсов земли и ближайшего космоса, которая может быть реально вовлечена в хозяйственную деятельность при условии сохранения среды жизни человека, называется **природно-ресурсным потенциалом.** *Совокупность сведений о количественном и качественном состоянии природных ресурсов, их экономической и экологической оценке* позволяют увидеть региональную неравномерность распределения природных ресурсов. Свойство окружающей природной среды, проявляющееся в неравномерном географическом распределении потенциала каждого ресурса, наиболее характерно для основных ресурсов: земли, воды, энергетических и минеральных ресурсов.

Земельные ресурсы. Ранее отмечалось, что производственной деятельностью человека и продуктами труда охвачено в той или иной степени все пространство планеты. Однако плотность размещения объектов и материальных потоков сильно варьируется и отражает распределение плотности населения и размещение современной цивилизации на Земле. В 80-е гг. на основе аэрокосмических данных была оценена площадь земель, не затронутых хозяйственной деятельностью. Оказалось, что их осталось всего около 38 млн. км^2, т.е. 28% суши, не считая материковых льдов (таблица)

Таблица - Площадь земель, не затронутых хозяйственной деятельностью (%)

Континенты	Площадь, по данным съемок из космоса
Европа	5,7
Азия	22,9
Африка	27,0
Северная Америка	34,0
Южная Америка	20,9
Австралия	27,1
Вся суша (без Антарктиды и других ледяных и скальных поверхностей).	28,3

Лимиты освоения новых территорий связаны не столько с малой доступностью их для техники и размещения промышленных объектов, сколько с малой пригодностью для постоянной жизни людей. Поэтому существует понятие эффективной территории. Согласно европейскому стандарту, эффективной признается территория со среднегодовой температурой выше -2°С и высотой над уровнем моря менее 2000 м.

Водные ресурсы. Преобладающее большинство живых существ на планете, включая и человека, нуждается в пресной воде. Если доступным для организмов суши ресурсом пресной воды считать только постоянно возобновляемые запасы воды в почве, биомассе, реках и озерах, то их суммарный мгновенный объем - около 180 тыс. км^3 -составляет всего 0,013% общего количества воды на планете. Ресурсы пресной воды распределены крайне неравномерно; размах годового количества осадков в разных местностях суши - от 0 до 12500 мм. Широко варьируют и условия испаряемости влаги: от 150 до 4000 мм. Более 63% площади суши занимают территории с отрицательным водным балансом, где испарение превышает выпадение осадков, а средняя относительная влажность воздуха не превышает 45%.

Проблема "чистой воды". Пресная вода является ограниченным и уязвимым ресурсом. Доступ к чистой и безопасной воде относится к основным и универсальным потребностям человека. Согласно некоторым оценкам, 1 млрд. человек в развивающихся странах не имеют доступа к чистой воде. В настоящее время в эмиратах Персидского залива обмен литра сырой нефти на литр питьевой воды считается выгодной сделкой.

Известно, что 20% населения Земли испытывает нехватку чистой питьевой воды. Нехватка воды возникает тогда, когда нет возможности удовлетворить все существующие потребности и эксплуатация ограниченных водных ресурсов приобретает конкурентный характер. По данным экспертов ВМО, в середине 90-х гг. около 1,11 млрд. жителей развивающихся стран страдали от недостатка воды.

К странам, страдающим от недостатка воды, относятся государства Северной Африки, Ближнего Востока, Азии. Недостаток воды и

водных ресурсов является ключевым лимитирующим фактором будущего развития в Южной Африке. Огромное количество воды потребляет Европа.

Вода, находящаяся вне водопроводных сетей, является ***природным ресурсом*,** который находится в общественной собственности. Развитие, эксплуатация водных ресурсов и контроль за их потреблением выходят за рамки национальных интересов и требуют разработки принципов международного сотрудничества. На национальном уровне эти задачи также достаточно сложны, и к решению вопросов водопользования привлекаются потребители, планирующие органы и политические учреждения всех уровней.

На первый взгляд, имеющиеся на Земле запасы пресной воды кажутся достаточными. Общий годовой сток всех рек мира составляет в среднем 426000 км^3, и, по состоянию на 1995 г., это соответствует 7600 м^3 на душу населения. Однако в результате роста численности населения эта доля постоянно уменьшается: в 1970 г. она составляла 12900 м^3, а к 2025 г. может упасть до 5200 м^3. Фактически жители многих районов земного шара получают значительно меньше воды. Часто источники пресной воды находятся далеко от тех мест, где есть потребность в них, или воды не бывает в те сезоны года, когда она необходима.

Все больше водных объектов становятся загрязненными и из-за этого непригодными для использования без специальных мер, что ведет к дальнейшему обострению проблемы нехватки воды. Общий мировой забор воды составляет около 4 км^3 ***в*** год, что, по некоторым расчетам, соответствует примерно половине той доли глобального стока, которая доступна для использования с географической и временной точек зрения.

Часть воды, забираемой из природных водных объектов, возвращается обратно, но когда речь идет об ирригации, вода испаряется либо теряется другими путями и не возвращается обратно в водную экосистему. Крупнейшим потребителем пресной воды является сельское хозяйство.

Проблемой стала и неравномерность распределения водных ресурсов как в глобальном масштабе, так и внутри каждой страны. Мно-

гие страны видят решение проблемы пресной воды именно в перераспределении водных ресурсов. Примером этого может быть Китай. На глобальном уровне определение нехватки воды как отсутствие возможности удовлетворить все существующие нужды, по-видимому, не имеет смысла, поскольку страны находятся на разных уровнях развития, а распределение водных ресурсов отличается исключительной неравномерностью. Серьезная нехватка воды, по данным ООН, - это превышение потребностей на 40% от имеющихся запасов. В этом случае вода превращается в фактор, ограничивающий экономическое развитие.

Постоянно обостряющаяся ***нехватка воды и ее рациональное использование*** уже давно вызывают озабоченность, поскольку эти факторы являются ключевыми в стратегии устойчивого развития, здоровья людей и их благосостояния, для промышленности и обеспечения продовольствием. В обозримом будущем ситуация, вероятно, будет ухудшаться.

Вполне возможно, что в XXI в. *пресная вода, а не нефть* станет главным стратегическим ресурсом на Земле. Как отмечено в докладе ООН, постоянный рост *нехватки воды может стать даже более острой проблемой, чем глобальное потепление*. По некоторым прогнозам, в 2050 г. от нехватки воды будут страдать *3 млрд. человек в 50 странах мира*. Предполагается, что к 2005 г. третья часть населения мира будет проживать в экваториальном поясе, влажные тропические леса которого сыграют критическую роль в глобальном гидрологическом цикле. Это усилит сложность экологических и социальных проблем, связанных с водой.

Уже сейчас в таких регионах, как Африка и Ближний Восток недостаток пресной воды порождает бедность и отсталость, влечет политическую нестабильность. Нехватка воды служит причиной *этнических и межгосударственных конфликтов*.

Кризис водоснабжения в отдельно взятой стране, который, на первый взгляд, представляется локальным, имеет последствия глобального характера. Поэтому *разрешение такого рода кризисных ситуаций требует сотрудничества на глобальном уровне*. Разум-

ное и дальновидное отношение к воде как к одному из главных стратегических ресурсов становится приоритетом XXI в.

Самое интересное предложение из этой серии - *использовать воду айсбергов*. В 70-80-х гг. были разработаны проекты по транспортировке больших (длиной 1 км, шириной 0,5 км и толщиной 200-250 м) айсбергов в засушливые районы Австралии, Америки, Африки и даже Аравии.

Предполагается, что один такой айсберг будут транспортировать 4-5 буксиров мощностью 10-15 тыс. л.с. каждый в сопровождении танкера водоизмещением 80 тыс. т. Часть работ по перемещению выполнят холодные течения и устойчивый ветер. При удачном захвате айсберга, благоприятных ветрах и течениях он может быть доставлен даже к берегам Аравии менее чем за год, а к берегам Австралии - за несколько месяцев. Чтобы предохранить айсберг от интенсивного таяния в пути, будут использованы пластиковые капсулы.

В связи с этими надеждами важна необходимость осознания того, что запасы льда на Земле (которые составляют около 30 млн. км^3) и такие регионы Земли, как Антарктида, принадлежат всему миру.

Сброс *недостаточно очищенных сточных вод* в водоем непосредственно сказывается на качестве воды, используемой человеком, и влияет на его здоровье. Не менее важно, что это приводит к деградации водных экосистем, нарушению условий обитания гидробионтов, участвующих в формировании качества природных вод. Деградация водных экосистем происходит вследствие влияния двух основных факторов: токсического загрязнения, вызывающего гибель водных организмов, и поступления в водные объекты биогенных веществ, вызывающих усиление эвтрофикации, снижение концентрации кислорода. Оба фактора влекут за собой снижение *самоочищающей способности водных экосистем.*

Исходя из важности проблемы, международное сообщество учредило Международную гидрологическую программу (МГП) ЮНЕСКО. В течение 1996 - 2001 гг. основными задачами МГП были обоснованное планирование и управление водными ресурсами, укрепление связей научных и прикладных исследований. Планирование на 1992-2007 гг. отличается более интегрированным подходом, основанным на важ-

ности пресной воды для устойчивого развития, роли ее как критического фактора для человечества и биосферы.

Энергетические ресурсы. Говоря о неравномерности распределения энергетических ресурсов, мы в первую очередь имеем в виду ресурсы *невозобновимые - ископаемое топливо* (нефть, газ, уголь). Месторождения ископаемых топлив расположены неравномерно. По 1/3 потенциальных запасов угля и газа и более 20% нефти находятся в России. Почти 35% нефти и около 17% газа сосредоточено на Среднем Востоке. Большими потенциалами угля, газа и нефти богата Северная Америка. Эти три региона располагают почти 70% разведанных запасов ископаемого топлива.

Минеральные ресурсы. Важнейшим для экономики минеральным ресурсом является *железная руда*. Всего в мире добывается до 1 млрд. т железной руды. По добыче железной руды Россия занимает четвертое место после Китая, Бразилии и Австралии. Остальные металлы считаются геохимически редкими, для их рентабельной добычи необходимо многократное превышение их концентрации в месторождении над средним содержанием. Для редких металлов существует реальная опасность исчерпания наиболее рентабельных месторождений.

Н.Ф. Реймерс (1992) приводит прогнозные данные по срокам исчерпания основных природных ресурсов (для капиталистических и развивающихся стран - без России). Согласно этим материалам, калийные соли, каменный уголь и фосфаты будут исчерпаны после 2100 г. марганцевая руда - примерно к 2090 г., бокситы, никель - к 2040 г., медь, молибден, природный газ - к 2020-2030 гг., кобальт, медь, свинец, ртуть, олово - к 2010-2015 гг.

Естественно, что для отдельных стран и регионов эти сроки значительно различаются, в мире же неизбежно их выравнивание в результате торгового перераспределения. Например, наша страна наиболее богата по таким углеродсодержащим ресурсам, как каменный уголь (разведанные прогнозные его запасы в расчете на внутреннее потребление оцениваются на период 500 - 600 лет), 75 % мировых запасов марганцевых руд сосредоточено в основном на Украине и в Гру-

зии. Но в мировом масштабе они будут исчерпаны практически единовременно.

7. 7. Основные мероприятия по сохранению и воспроизводству естественных и растительных видов

Биоразнообразие *является основой жизни на земле*. Трудно переоценить значение всего количества товаров и услуг, которые обеспечиваются биоразнообразием. Некоторые виды при этом являются жизненно необходимыми. Так, люди используют в пищу около 7000 видов растений, но 90 % мирового продовольствия создается всего за счет 20, а три вида из них (пшеница, кукуруза и рис) покрывают более половины всех потребностей.

Биологические ресурсы являются также значительным источником сырья для промышленности, в том числе медицинской. В последнее время человечество осознало полезность диких видов животных и растений. Они не только содействуют развитию сельского хозяйства, медицины и промышленности, но и полезны для окружающей среды, являясь неотъемлемой частью природных экосистем. Даже виды организмом, которые не входят в пищевую цепь человека, могут быть ему полезны, хотя и приносят пользу косвенным путем.

Понятие биоразнообразия все чаще ставится во главу угла при оценке состояния и экологического благополучия экосистем. В настоящее время *под* ***биоразнообразием*** *понимают все виды растений, животных, микроорганизмов, а также экосистем и экологические процессы, частью которых они являются.*

Эволюционные процессы, происходившие в различные геологические периоды, привели к существенному изменению видового состава обитателей Земли. Около 65 млн. лет назад в конце мелового периода произошли наиболее крупные исчезновения видов, особенно птиц и млекопитающих. Полностью вымерли динозавры. Позже биологические ресурсы утрачивались быстрее, причем в отличие от великого вымирания мелового периода, вызванного скорее всего природными явлениями, утрата видов происходит вследствие деятельности человека.

По мнению экспертов, в ближайшие 20-30 лет под серьезной угрозой исчезновения будет находиться примерно *25 % всего биоразнообразия Земли*. Опасность, грозящая биоразнообразию, постоянно нарастает. Между 1990 и 2020 гг. могут исчезнуть от 5 до 15 % видов. По-видимому, около 22000 видов растений и животных сейчас находятся под угрозой исчезновения. Из них 66 % видов позвоночных животных являются обитателями континентов.

Выделяют *четыре основные причины утраты видов*:

• утрата среды обитания, фрагментация и модификация;

• чрезмерная эксплуатация ресурсов;

• загрязнение окружающей среды;

• вытеснение естественных видов интродуцированными экзотическими видами.

Во всех случаях эти причины имеют антропогенный характер.

Подсчитано, что сокращение 70 % тропических лесов ведет не только к исчезновению тех видов, которые обитали на уничтоженных участках леса, но и к сокращению до 30 % численности видов, обитавших на соседних участках.

Большую опасность для окружающей среды представляет ее загрязнение, особенно *токсичными химическими веществами и ксенобиотиками, в частности пестицидами*.

Изменения климата вследствие выброса в атмосферу парниковых газов, по прогнозам специалистов, могут привести к изменению видового состава многих экосистем на Земле, так как количество одних видов уменьшится, а других возрастет.

Внедрение новых сортов сельскохозяйственных культур, таких, как пшеница и рис на Среднем Востоке и в Азии, повлекло за собой утрату генетических банков в Турции, Ираке, Иране, Афганистане и других странах.

Утрата видового разнообразия как жизненного ресурса может привести к серьезным глобальным последствиям для человека и даже его существования на Земле.

Разрабатывается четыре вида мер, направленных на сохранение и устойчивое использование биоразнообразия:

• защита особой среды обитания - создание охраняемых природных территорий;

• защита отдельных видов или групп организмов от чрезмерной эксплуатации;

• сохранение видов в виде генофонда в ботанических садах или в банках генов;

• сокращение загрязнения окружающей среды.

Об особо охраняемых природных территориях и объектах говорилось выше. Следует обратить внимание на то, что важным средством сохранения биоразнообразия является разработка международных программ и конвенций, направленных на осуществление этих мер. При этом, однако, признается, что все эти меры пока недостаточны и процесс утраты видов продолжается в глобальном масштабе.

***Конвенция по биоразнообразию**,* принятая 153 государствами на Конференции ООН по охране окружающей среды и устойчивому развитию в Рио (1992), отражает остроту ситуации и представляет собой результат длительных усилий по согласованию противоречивых интересов различных государств.

Международная программа DIVERSITAS, выполняемая в настоящее время, предполагает проведение инвентаризации и мониторинга биоразнообразия. Ведутся работы по выбору участков с учетом иерархического уровня репрезентативности экосистем, которые будут представлять различные биогеографические и экологические регионы Земли.

В России в 1995 г. принято Постановление Правительства РФ "О мерах по выполнению Конвенции по биологическому разнообразию".

Лекция 8
РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ.
РЕКРЕАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ И ЭКОЛОГИЯ.

8.1. Рекреационная география
8.2. Рекреационные ресурсы
8.3. Рекреационное районирование
8.4. Рекреационная экология
8.5. Экологическое районирование
8.6. Определение основных терминов

Быстрый рост человечества, интенсификация его деятельности ведут к стремительному изменению соотношения глобальной экосистемы планеты и хозяйственной системы, определяемой человеческой деятельностью. За 100 лет хозяйственной деятельности человечества валовой мировой продукт увеличился в 330 раз, мощность мирового хозяйства в 10 раз, потребление пресной воды в 11 раз, потребление биоты в 40 раз, численность населения в 6 раз, что привело к сокращению площади лесов, увеличению площади опустынивания, а площадь нарушения хозяйственной деятельности на суше увеличилась в 3 раза и составила 60 %.

Динамичная хозяйственная деятельность вызвала стремительный спрос на рекреационные услуги, увеличив число рекреантов в 350 раз и превратив рекреационную отрасль в стабильный сектор экономики с тяжелым грузом экологических проблем.

8.1. Рекреационная география.

Рекреационная география, как научная дисциплина, имеющая специфический объект и методику исследования, сформировалась сравнительно недавно, за последние 60 -70 лет. Современное представление о рекреации берет начало от латинского слова ***rekriatio*** – восстановление, и от французского слова ***recreation*** - развлечения, отдых, перемена действия, жизнедеятельность людей в свободное время и пространство, в котором они функционируют. В российской

научной литературе, под **рекреацией** понимается восстановление и развитие здоровья, трудоспособности, физических и духовных сил человека, затраченных в процессе жизнедеятельности.

Туризм - вид деятельности населения в свободное время, связанный с временной миграцией и пребыванием вне постоянного места жительства с целью отдыха, лечения, физического и духовного развития, повышения культурно-познавательного уровня или спортивного мастерства, сопровождающихся потреблением природных, экономический и культурных ценностей и услуг.

По своим пространственно-временным параметрам длительная рекреация совпадает с понятием туризм. **Туризм** охватывает три основных аспекта: способ проведения свободного времени вне постоянного места жительства, особый вид миграции населения и отрасль экономики, обслуживающая рекреационные потребности населения и удовлетворяющая его спрос. **Структура** рекреационной деятельности представлена четырьмя основными формами: лечебными, оздоровительными, спортивными и экскурсионными, что полностью отражает основной спектр потребностей человека в восстановлении здоровья, его физических и духовных сил.

Рекреационные потребности и спрос населения удовлетворяются через рынок туристских товаров и услуг. Рекреационные потребности выражаются в стремлении человека к восстановлению своего здоровья и трудоспособности через систему общественных групповых и индивидуальных потребностей, подкрепленных платежеспособностью и общественными фондами потребления.

Таким образом, рекреация выступает в виде рекреационных потребностей и спроса населения и формируется в процессе социально-экономического развития общества, а туризм - это способ удовлетворения рекреационных потребностей и спроса через рынок туристических товаров и услуг.

Накопленный опыт позволил четко обозначить основной объект исследований **рекреационной географии** - территориальные рекреационные системы **(ТРС)** или социально культурные системы **(СКС).**

Территориальная рекреационная система - сложная социально-экономическая и географическая система, состоящая из взаи-

мообусловленных элементов подсистем: рекреанты (группа отдыхающих), рекреационные ресурсы (природные и антропогенные комплексы), рекреационная инфраструктура (инженерные сооружения), рекреационный персонал (обслуживающий персонал), рекреационное управление (орган управления). В рекреационной географии решаются две важнейшие задачи. Первая связана с выявлением закономерностей территориальной организации рекреационного обслуживания в пределах ТРС, как специфической отрасли народного хозяйство. Вторая представляет дальнейшее развитие рекреационной районологии: исследование условий и факторов, закономерностей и признаков образования районов, разработка критериев рекреационного районирования, обоснование таксономической системы.

Региональная рекреационная география направлена на проведение районирования с целью определения рекреационных функций территории и тенденции их изменения при географическом разделении труда, для координации развития отраслей народного хозяйства, рационального использования рекреационных ресурсов и охраны окружающей среды.

Территориальную рекреационную систему составляют элементы природной и общественной среды, которые формируют производственно-технологическую структуру и выступают основой рекреационного пространства. Их единство составляет новое целостное территориальное образование - **рекреационный район**.

Рекреационный район - это социально-экономическая территориальная система, представляющая собой совокупность взаимосвязанных ТРС всех рангов и инфраструктурных предприятий, обеспечивающих выполнение целевой функции ТРС, характеризующаяся общностью рекреационной специализации и социально-экономических условий развития отдыха и туризма. Рекреационный район выступает основой рекреационного районирования, которое отражает особенности территориального разделения труда при производстве рекреационных услуг.

Исходя из выше изложенного, сформулируем определение рекреационной географии и основного объекта ее изучения.

Рекреационная география - это социально-географическая наука, изучающая территориальные рекреационные системы (ТРС). Она выявляет закономерности их формирования, динамику морфологической структуры территориальной дифференциации и интеграции, прогнозирует развитие ТРС и определяет методы их районирования. Перспективы формирования и развития территориальных рекреационных систем во многом определяются качеством и многообразием рекреационных ресурсов.

8.2. Рекреационные ресурсы

Рекреационные ресурсы - это объекты и явления природного и антропогенного происхождения, используемые в рекреации и туризме.

Рекреационные ресурсы выступают, с одной стороны - в качестве основного материального базиса рекреационной системы, а с другой - прямо или опосредованно влияют на развитие рекреационной инфраструктуры, специализацию учреждений рекреации и туризма, объем и структуру рекреационного спроса и потребностей, на экономическую эффективность функционирования всей рекреационной отрасли. Рекреационные ресурсы являются компонентами природного происхождения и объектами многообразной человеческой деятельности. Исходя из того, что основными задачами рекреационной деятельности являются процессы восстановления духовных и физических сил человека, его здоровья и трудоспособности, **роль рекреационных ресурсов**, обладающих многими уникальными психолого-эстетическими и медико-биологическими свойствами, является **первостепенной**. Вовлечение в рекреационную деятельность новых видов рекреационных ресурсов природного и культурно-исторического происхождения расширяет возможности рекреации и туризма, способствует удовлетворению многообразного **рекреационного спроса**. В научной литературе подробно рассмотрены лечебные рекреационные ресурсы и их целебные свойства, влияющие на организм человека. Сформировались целые научные направления - бальнеология, бальнеотерапия, грязелечение, климатотерапия и др.

Однако, этого недостаточно. Необходимо расширить диапазон рекреационной и туристской деятельности, вовлекая в нее все новые и новые рекреационные ресурсы. Попытка нового подхода к концепции «рекреационные ресурсы» представлена в их классификации (рисунок 20).

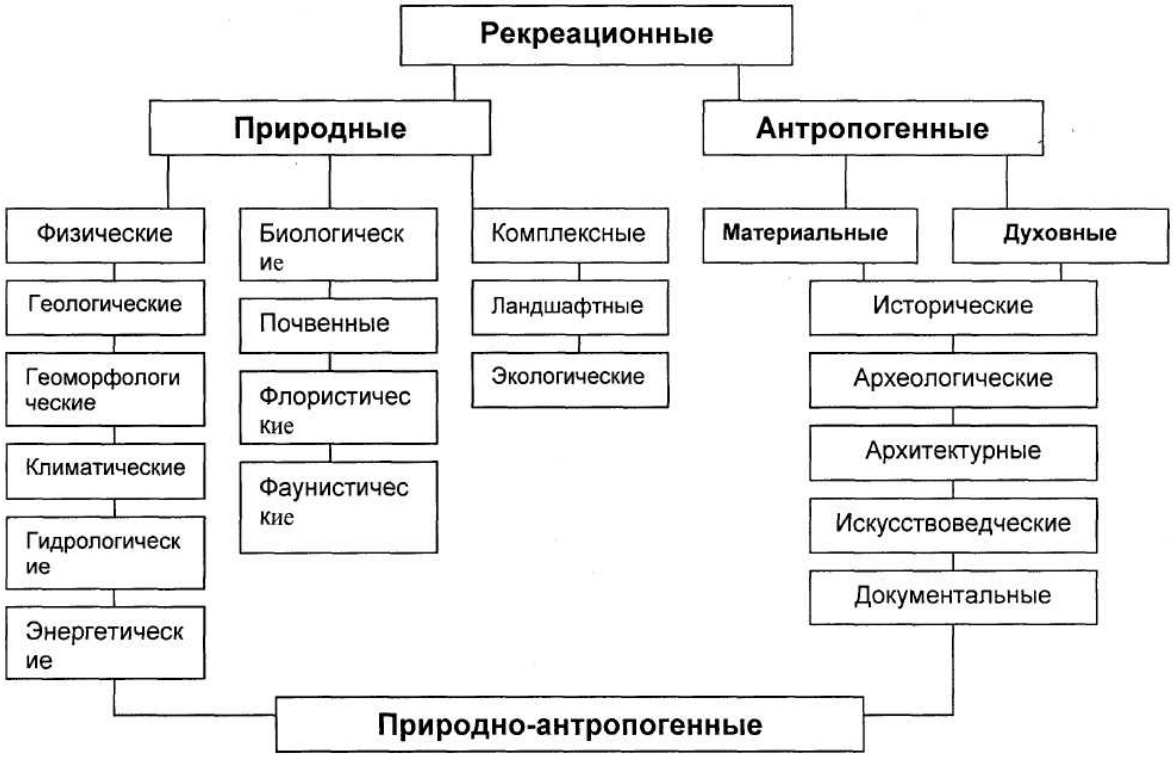


Рисунок 20. Классификация рекреационных ресурсов

По возможности использования рекреационные ресурсы подразделяются на **прямые и опосредованные**. Под *прямыми рекреационными ресурсами* понимаются те тела и силы природы, которые непосредственно способствуют восстановлению и развитию физических и духовных сил человека. К ним относятся геоморфологические, климатические, гидрологические, энергетические, энергоинформационные, флористические, фаунистические и комплексные ресурсы. *Опосредованные рекреационные ресурсы* оказывают влияние на формирование прямых ресурсов. К ним относятся геологические, почвенные, частично геоморфологические, энергоинформационные, флористические и фаунистические.

По происхождению рекреационные ресурсы подразделяются на **природные и антропогенные**.

Природные рекреационные ресурсы - это природно-континентальные и природно-аквальные комплексы, их компоненты и свойства, обладающие ценными научными, психолого-эстетическими и медико-биологическими свойствами.

Антропогенные рекреационные ресурсы - это культурно-исторические объекты и явления, представляющие собой наследие прошлых эпох общественного развития и современной деятельности людей, оцененные как имеющие общественное значение и обладающие ценными научными и психолого-эстетическими свойствами.

Природные рекреационные ресурсы подразделяются на *физические, биологические и комплексные.*

Физические рекреационные ресурсы - это компоненты и свойства неживой природы, обладающие ценными рекреационными свойствами.

Биологические рекреационные ресурсы - это компоненты и свойства живой природы, обладающие ценными рекреационными свойствами.

Комплексные рекреационные ресурсы - это природные комплексы, их компоненты и свойства, характеризующие качество и эстетическую ценность окружающей среды.

Физические рекреационные ресурсы подразделяются на геологические, геоморфологические, климатические, гидрологические и энергетические.

Геологические рекреационные ресурсы представляют собой элементы геологической среды, имеющие особую научную и психолого-эстетическую ценность. В качестве геологических рекреационных ресурсов выступают: уникальная история геологического развития, стратиграфические разрезы, горные породы, геологические структуры, выходы магматических пород, минералы и драгоценные камни, полезные ископаемые и мн. др.

Геоморфологические рекреационные ресурсы представляют сочетание типов, форм и элементов рельефа, имеющих различный возраст генезис и эволюцию, обладающих научной и психолого-эстетической ценностью. В качестве геоморфологических рекреаци-

онных ресурсов выступают; уникальная история развития рельефа, типы и формы рельефа, аттрактивные свойства рельефа.

Климатические рекреационные ресурсы объединяют элементы погоды и климата, обладающие лечебными медико-биологическими свойствами. В качестве климатических рекреационных ресурсов выступают: метеорологические типы погоды и типы климатов.

Гидрологические и гидрогеологические рекреационные ресурсы - включают в себя все типы поверхностных и подземных вод, обладающих научной, психолого-эстетической и медико-биологической ценностью. В качестве ресурсов выступают: разнообразные водные объекты, термальные воды, гидрологические элементы и их свойства, минеральные воды и лечебные грязи.

Энергетические рекреационные ресурсы представляют собой различные виды энергий и энергетических полей, обладающих ценными медико-биологическими свойствами. В качестве ресурсов выступают: гравитационное, магнитное, электрическое и термическое поле Земли, космическая энергия.

Биологические рекреационные ресурсы подразделяются на почвенные, флористические и фаунистические.

Почвенные рекреационные ресурсы - это разнообразные типы почв, построенные из биокосных природных тел биосферы, осуществляющие обмен веществом и энергией между литосферой, гидросферой и атмосферой, обладающие ценными экологическими свойствами, главные из которых плодородие, биологическая продуктивность и экологическая чистота. В качестве почвенных рекреационных ресурсов выступают: различные типы и подтипы почв; почвы, формирующие флору, лечебные грязи и минеральные источники, ландшафты.

Флористические рекреационные ресурсы - это объекты растительного мира, обладающие научной, психолого-эстетической и медико-биологической ценностью. В качестве флористических рекреационных ресурсов выступают: общее видовое разнообразие, растительные сообщества, эндемичные и реликтовые виды, уникальная флора, имеющая промысловое значение и др.

Фаунистические рекреационные ресурсы - это объекты, характеризующие все видовое разнообразие животного мира, обладающие научной, психолого-эстетической и медико-биологической ценностью. В качестве фаунистических ресурсов выступают: общее видовое разнообразие фауны, эндемичные и реликтовые виды, уникальная фауна, промысловая фауна.

Комплексные рекреационные ресурсы подразделяются на ландшафтные и экологические.

Ландшафтные рекреационные ресурсы - это природно-территориальные комплексы, характеризующиеся специфическим набором компонентов природы, обладающие уникальными психолого-эстетическими свойствами. В качестве ландшафтных рекреационных ресурсов выступают: природно-континентальные и природно-аквальные комплексы, природные зоны, провинции, области, районы, ландшафты, урочища, местности и фации.

Экологические рекреационные ресурсы - это природные компоненты, характеризующие качество окружающей среды. В качестве экологических рекреационных ресурсов выступают: воздух, вода, почва, рельеф и биота.

Антропогенные рекреационные ресурсы подразделяются на материальные и духовные. Первые представляют собой материальные ценности общества на каждой исторической стадии его развития. Вторые, образуют совокупность достижений общества в науке, искусстве, литературе, образовании, труде, быте, организации общественной и государственной жизни.

В качестве ресурсов выступают: памятники истории, памятники археологии, градостроительства и архитектуры, памятники монументального, изобразительного, декоративно-прикладного и других видов искусства, документальные памятники и мн. др.

Природно-антропогенные рекреационные ресурсы - это объекты смешанного происхождения, обладающие уникальными психолого-эстетическими свойствами. К ним относятся: дворцово-парковые ансамбли, скверы, лесопарки, национальные парки и т.д.

По мере расширения рекреационного спроса возникает необходимость в изучении и оценке новых видов рекреационных ресурсов,

причем для каждого вида туризма и рекреации они носят свой специфический характер. Для лечебной и оздоровительной рекреации оцениваются медико-биологические свойства природной среды, для спортивного и экскурсионного туризма - психолого-эстетические особенности природной среды и объектов антропогенного происхождения; для селитебной рекреации производится технологическая оценка природной среды и т.д.

Научная оценка природных и антропогенных объектов и явлений -это процесс вовлечения новых ресурсов в рекреационную деятельность, поэтому вопросам оценки в рекреационной географии придается чрезвычайно важное значение. В рекреационной географии сложились ***четыре основных типа оценки*** рекреационных ресурсов:

1. Медико-биологический. Физиологическая оценка реакции организма человека на воздействия природных компонентов (главным образом климатических и гидрологических)

2. Психолого-эстетический. Эмоциональная оценка реакции организма человека на воздействие природных и антропогенных комплексов.

3.Технологический. Оценка факторов пригодности ресурсов для организации рекреации.

4. Экономический. Оценка характера потерь при утрате рекреационных ресурсов, рекреационных территорий и их уникальных рекреационных свойств. Важнейшими характеристиками рекреационных ресурсов являются: объем запасов, экскурсионный потенциал, площадь распространения, период возможной эксплуатации, территориальная концентрация, капиталоемкость, стоимость эксплуатационных затрат, многократность использования и др.

8.3. Рекреационное районирование

При изучении процесса территориальной концентрации и специализации производства рекреационных услуг и выявления их пространственных особенностей особое место занимает районирование.

Рекреационное районирование отражает особенности территориального разделения труда при производстве рекреационных и ту-

ристских услуг посредством деления территории на районы, отличающиеся следующими основными признаками:

- характер функциональной специализации;
- уровень рекреационной освоенности территории;
- рекреационные ресурсы и их территориальные сочетания;
- характер и особенности рекреационных территорий;
- транспортно-географическая доступность;
- производственные и экономические связи рекреационных учреждений;
- география интенсивности рекреационных потоков.

В качестве основных ***критериев рекреационного районирования*** выступают:

- функциональная специализация рекреационных территорий;
- ориентация на рекреационные потоки;
- степень развития рекреационной инфраструктуры;
- рекреационная освоенность территории.

Эти критерии положены в основу рекреационного районирования России, что позволило выделить **три** крупные **рекреационные зоны**.

Первая рекреационная зона - Юг Европейской России. Включает Северный Кавказ и Нижний Дон. Специализируется на обслуживании длительного лечебного, оздоровительного, спортивного и познавательного отдыха международного значения. В структуре рекреационных предприятий преобладают оздоровительные - 53%, лечебные - 27%, туристские -20%.

Лечебные функции района выполняет крупнейший лечебный бальнеологический комплекс - Кавказские Минеральные Воды, включающий города курорты: Кисловодск, Пятигорск, Есентуки и Железноводск.

Оздоровительные функции выполняет система взаимосвязанных причерноморских климатических курортов: Анапа, Геленджик, Туапсе и Сочи.

Спортивно-туристские определяет ряд горнолыжных, горно-спортивных и альпинистских центров Большого Кавказа: Домбай, Архыз, Приэльбрусье, Цей и Красная Поляна.

Экскурсионные функции представлены культурно-историческими памятниками разных эпох древней культуры народов Северного Кавказа, мемориалами героической обороны перевалов Кавказа, литературно-мемориальными, историко-культурными музеями, многочисленными природоведческими объектами.

Вторая рекреационная зона - Центр и Север Европейской России. Специализируется на обслуживание населения крупных городских агломерации и промышленных центров с организацией оздоровительного кратковременного и длительного отдыха. Характеризуется самым высоким уровнем туристско-экскурсионного обслуживания.

Лечебные функции выполняет ряд курортов всероссийского и местного значения: Дорохово, Михайловское, Кашин, Краинка, Солигалич, Липецк, Марциальны Воды, Сестрорецк, Зеленогорск, Тотьма, Хилово, Старая Русса, Сергиевские Минеральные воды, Чапаевск, Варзи-Ятчи, Усть-Качка и др.

Оздоровительные функции выполняют детские лагеря отдыха, дома отдыха и пансионаты.

Туристско-экскурсионные функции имеют международное значение и ориентированы, в основном, на обслуживание иностранных туристов. Основными центрами туристско-экскурсионного обслуживания являются: Москва, Санкт-Петербург, древние города России: Псков, Новгород, Владимир, Ярославль, Кострома, Архангельск, Волгоград и др.

Третья рекреационная зона - Сибирь и Дальний Восток России. Характеризуется в основном оздоровительно-лечебными функциями, ориентированными на обслуживание местного населения крупных городских агломерации и промышленных центров. Характерны динамично развивающиеся туристско-экскурсионные функции международного значения.

Лечебные функции выполняет ряд курортов местного значения, среди них наиболее известны: Белокуриха, Усть-Кут, Аршан, Дарасун, Ургучан, Олентуй, Кульдур, Шмаковка, и др.

Оздоровительные функции выполняют многочисленные базы отдыха, пансионаты, детские лагеря отдыха, садоводческие товарищества, базы охотников и рыболовов.

Туристско-экскурсионные функции представлены уникальными природоведческими объектами Горного Алтая, Прибайкалья, Камчатки, Красноярского края, древними археологическими, архитектурными и историко-мемориальными памятниками. На формирование и направленность рекреационных потоков, как внутренних, так и международных, оказывают влияние следующие основные, постоянно действующие факторы:

1. **Социально-экономические**, отражающие уровень экономического развития населения и страны, воспроизводство населения, торгово-экономические отношения между регионами и странами, влияние средств массовой информации, политический режим, величина свободного времени и др. Оказывают прямое воздействие на рекреационный спрос и предложение.

2. **Ресурсные,** характеризующие состав, запасы, потенциал, привлекательность, площадь распространения природных и антропогенных ресурсов.

3. **Инфраструктурные,** характеризующие уровень развития общенациональной, экономической и социальной инфраструктуры.

4. **Транспортные,** определяющие интенсивность межрегиональных и внутрирегиональных рекреационных потоков.

8.4. Рекреационная экология

Углубленный процесс изучения окружающего мира способствует активной дифференциации наук и возникновению новых научных направлений и научных дисциплин. Задачи хозяйственной практики, связанные с восстановлением здоровья человека, трудоспособности, продления жизни духовного и физического совершенства, требуют объединения в этом направлении усилий инженеров, экологов, географов, биологов и других специалистов, способствующих сохранению ценных рекреационных свойств рекреационных территорий и ресурсов.

Эти задачи возлагаются на **рекреационную экологию**, разрабатывающую принципы сбалансированного развития и сочетания рекреационных ресурсов и территорий с рекреационной техникой и технологиями.

Концепция устойчивого развития человечества становится стратегическим направлением его развития, а основные соответствующие: экономика, культура, генофонд, экосистемы, здоровье человека напрямую связаны с качеством окружающей среды, т.е. с неистощительным использованием природного и культурного потенциала, переходом рекреационных предприятий на ресурсосберегающие технологии, полной утилизацией отходов, вовлечением всего населения Земли в ***единый процесс экологизации***.

Распространение ***принципов устойчивого развития*** в практике рекреационной деятельности происходит под влиянием потребительского спроса. Информированность населения о состоянии окружающей среды и экологизация сознания людей приводит к тому, что экологическая обстановка становится одним из главных критериев выбора места и формы отдыха, лечения и оздоровления. Эта тенденция проявляется в росте спроса на альтернативные виды туризма, в частности экологический туризм, который связан с посещением уникальных природных территорий, мало затронутых хозяйственной деятельностью, сохранивших традиционный уклад жизни; быта и культуры, традиций и обычаев местного населения.

Основными факторами мотивации экологического туризма является стремление людей во время отдыха, дышать чистым воздухом, пить и купаться в чистой воде, употреблять экологически чистые продукты, получать эстетическое наслаждение от созерцания первозданных ландшафтов мира дикой природы, способствовать сохранению уникальных рекреационных объектов и территорий.

Экологическая ситуация, сложившаяся на Земле к началу третьего тысячелетия, связанная с ростом населения планеты и все возрастающими человеческими потребностями, привела к деградации основных компонентов биосферы, литосферы, гидросферы и атмосферы, и носит характер общемирового экологического кризиса.

Рекреационная география, тесно связанная с общими проблемами рекреационного природопользования и охраны окружающей среды, призвана решать следующие проблемы:

- проблема взаимодействия природной и техногенной среды;
- проблема взаимодействия рекреационных ресурсов и территорий с современной техникой и технологиями;
- проблема развития природно-ориентированного туризма.

Решение **общеэкологических проблем** ставит перед рекреационной экологией конкретные задачи:

- оценка природных и антропогенных ресурсов;
- оценка состояния рекреационной природной среды;
- определение экологического резерва и возможности регулирования с целью сохранения уникальных рекреационных ресурсов, ландшафтного разнообразия, сохранение памятников природы, истории и культуры.

8.5. Экологическое районирование

Актуальность специальных исследований экологических проблем приморских горных регионов определяется их особой ролью в биосфере и спецификой использования человеком природных ресурсов.

Приморские горные регионы служат своеобразным экраном, существенно перераспределяющим энергию, поступающую в биосферу от Солнца и из земных глубин, характеризуются высокой степенью активности эндогенных и экзогенных процессов, являются областями выноса круговоротов воды, твердого вещества, химических элементов, энергии. Исключительно с этими регионами связаны такие современные процессы, как сейсмичность, вулканизм, горное оледенение, карст, абразия, видообразование в биоте и др. Приморские горные регионы отличаются высокой степенью пространственной изменчивости чрезвычайным разнообразием и контрастностью экосистем, что делает их весьма уязвимыми и хрупкими.

Многообразные природные ресурсы приморских территорий (рекреационные, минеральные, водные, биологические и др.) издавна используются человеком. Природопользование во многом осложняет-

ся неблагоприятными для жизни и деятельности человека особенностями природной среды: часто повторяемые разрушительные стихийные явления (землетрясения, сели, обвалы, лавины, оползни, наводнения, паводки, смерчи, шторма), резкая контрастность погоды, ограниченность земель, труд недоступность и мн. др.

В то же время освоение природных ресурсов приморских горных регионов все больше расширяется и интенсифицируется. Возрастает рекреационная в сельскохозяйственная нагрузка, гуще становится транспортная система, увеличивается численность населения. Эти развивающиеся процессы сталкиваются с серьезными экологическими ограничениями природного и антропогенного характера, вызванными необходимостью учитывать динамичность и неустойчивость природы приморских горных регионов, которая может быть необратимо выведена из естественного равновесия.

Экологические проблемы в приморских регионах все более обостряются, поэтому требуется скоординированная работа комплексного характера, которая должна стать научным обоснованием для организационных мер и научно-технических разработок по рационализации природопользования и сохранению экосистем приморских горных регионов, особенно с рекреационно-ориентированной экономикой.

Важным этапом такой работы является **экологическое районирование**, которое позволяет наметить стратегические направления борьбы за сохранение ценных рекреационных свойств окружающей среды, рассмотрим это на конкретных примерах.

Регион Большого Сочи является уникальным территориально-рекреационным комплексом. Анализ природных и антропогенных ресурсов указывает на возможность развития здесь всех основных видов туризма и рекреации, чему способствуют: живописные приморские и горные ландшафты, изобилующие уникальными памятниками природы: каньонами, ущельями, скалами, горными вершинами, ледниками, пещерами, реками, водопадами и озерами; богатые месторождения минеральных источников и лечебных грязей; морской субтропический климат; пляжная полоса по берегу Черного моря; эндемичная и

реликтовая флора и фауна; многочисленные памятники археологии, истории и самобытной культуры народов Северного Кавказа.

Трудно найти в мире курорт со столь широкой специализацией: приморский, климатический, бальнеологический, бальнеогрязевой, центр горнолыжного спорта, горно-климатический курорт, что позволяет использовать его ресурсы круглогодично.

Однако, уникальный курорт, практически не имеющий аналогов в мире, как и большинство городов мира, несет на себе груз экологических проблем.

С развитием туристских агломераций возникает существенная опасность для окружающей среды, которой наносится ущерб селитебной инфраструктурой, несовершенной техникой и технологиями, потоком рекреантов и технологическим прессом.

Город Сочи - самый крупный многофункциональный курорт России, вытянутый вдоль побережья Черного моря на 146 км. Исторически город формировался вокруг морского порта, поэтому наблюдается диспропорция в развитии отдельных районов города. Центральный район является промышленным и сосредоточением большинства рекреационных учреждений. Адлерский и Хостинский в рекреационном и промышленном отношении развиты слабее. Самый же территориально крупный Лазаревский район практически не освоен. Результатом нерационального экономического развития города явилась неблагоприятная экологическая обстановка в Центральном районе, связанная с повышенной загазованностью и запыленностью. Неблагоприятная экологическая обстановка наблюдается только в узкой (до 3 км) прибрежной полосе. Вся остальная территория Большого Сочи отвечает самым строгим экологическим требованиям.

На долю *топливно-энергетического комплекса* приходится около 9000т/год выбросов вредных веществ в атмосферу города, что составляет 11,6% от суммарного выброса. Вклад автотранспорта и теплоэнергетики в общее загрязнение атмосферы г. Сочи составляет 86%, включая 4,2% пыли, 74,7% - окислов углерода, 4,0% - окислов азота, 15,4% - углеводородов и др.

На долю *промышленности* приходится около 9600 т/год или примерно 14% загрязняющих веществ в общем загрязнении. Основ-

ными загрязняющими веществами являются: твердые выбросы - 25%, SO2 -33%, CO - 15%, NO_X - 5%, УВ -15%, прочие - 7%. Особую опасность представляют сбросы промышленных предприятий, расположенных вдоль реки Сочи, в которой концентрация нефтепродуктов превышает ПДК в десятки раз, $БПК_5$-10-100 раз, тяжелых металлов (Cu, Fe, Zn и др.) в 3-5 раз. Растет концентрация аммонийного, нитратного и нитритного азота, фосфатов, силикатов, синтетических поверхностно-активных веществ, фенолов и др.

Существенный вклад в загрязнение почв вносит *сельское хозяйство*. Почвы региона имеют низкий процент содержания гумуса и бедны минеральными веществами, а развитие чаеводства, плодоводства и, особенно, овощеводства, требует внесения больших количеств минеральных и органических удобрений.

Кроме того, благодаря теплому и влажному климату, здесь насчитывается более 900 видов насекомых-вредителей. В целях снижения их численности до экономически безопасного уровня в регионе применяется более 50 средств химической защиты растений, из которых только 33% малотоксичны для окружающей среды. Промывной режим агроландшафтов (осадков в среднем более 1500 мм в год) способствует миграции остаточных количеств пестицидов и удобрений в реки и море. Передозировка при внесении удобрений и пестицидов в почву приводит к загрязнению сельскохозяйственной продукции.

Используемые на территории города в санаторно-курортном комплексе технологии и техника не соответствуют экологическим требованиям и ведут к потере рекреационного потенциала территории. Результатом банно-прачечных хозяйств, котельных, гаражей и др. является загрязнение воздуха SO_2, CO, NO_X, CO_2, а почв и прибрежной зоны моря - нефтепродуктами, тяжелыми металлами, СПАВ и др. 95% рекреационных учреждений попадают в зону акустического дискомфорта.

На территории большинства рекреационных учреждений наблюдается **деградация** природных ландшафтов, лесопарков, скверов, вытаптывается трава, увеличивается количество больных деревьев, прогрессирует неоправданная вырубка лесов, активизируются негатив-

ные экзогенные процессы - оползни, обвалы, эрозия, абразия, сокращаются пляжи.

Неблагоприятная экологическая ситуация сказывается на состоянии **здоровья** местного населения: наблюдается рост смертности, особенно детской, онкологических, сердечно-сосудистых заболеваний, бронхиальной астмой, аллергией и других.

Для выявления негативных экологических последствий экономического развития в мировой практике широко используется ***экологическое районирование***, которое представляет собой не только метод познания природно-социальной среды, но и важное средство достижения оптимального взаимодействия социально-хозяйственных структур с природными комплексами.

Разработка методов экологического районирования включает исследования природных систем и их воздействия того или иного вида антропогенной нагрузки. Эта задача достаточно ясна и до конца не решена.

В связи с многообразием факторов и компонентов среды, а также необходимостью учета обобщенной информации обычно выделяют две стадии работ по созданию *карт экологического районирования* - частного, специализированного картографирования и общего - унифицированного. В задачу первой стадии входят выявление и анализ влияния антропогенной нагрузки на отдельные компоненты экосистем (воздух, вода, почвы и др.) или воздействия на экосистемы в целом того либо иного вида природопользования. Например, влияние теплоэнергетики, промышленности, транспорта и др. на загрязнение окружающей среды. После этого определяются пути нейтрализации выявленных негативных воздействий.

Общее картографирование обеспечивает унифицированный или интегральный анализ информации, полученный от частных специализированных работ, и позволяет районировать территорию по ее состоянию.

Очевидно, что хозяйственная деятельность на рекреационных территориях невозможна без вмешательства в природные процессы, в результате чего происходят изменения окружающей среды, приводя-

щие порой к деградации и потере природных рекреационных ресурсов.

Ниже представлен один из возможных подходов к экологическому районированию рекреационных территорий, основанный на региональном анализе "вклада" теплоэнергетики, автотранспорта, промышленности, сельского хозяйства и санаторно-курортного комплекса в загрязнение окружающей среды.

Оценка экологического состояния региона Б. Сочи позволила разработать теоретические и методические критерии построения карты. Теоретической основой экологического районирования Б. Сочи послужили два основных положения:

1. Вследствие неравномерности промышленного, сельскохозяйственного и рекреационного освоения г. Сочи различные его районы подвержены неодинаковой антропогенной нагрузке.

2. Следствием антропогенного прессинга явилось загрязнение атмосферного воздуха, воды и почв, деградация флоры и фауны, что привело к ухудшению санитарно-гигиенического состояния курорта, окружающей среды, здоровья и трудоспособности человека. Теоретические положения легли в основу разработки ***таксономического ряда экологических районов:***

- ***Фоновые районы***, чистые, без антропогенной нагрузки. Необходимы мероприятия по поддержанию современного состояния природной среды.

- ***Незначительно загрязненные районы*** с минимальной антропогенной нагрузкой. Требуются мероприятия по упорядочению отдельных направлении хозяйственной и рекреационной деятельности.

- ***Слабозагрязненные районы*** с постоянной сельскохозяйственной и рекреационной нагрузкой, постоянным загрязнением.

- ***Среднезагрязненные районы*** со всеми видами антропогенной нагрузки. Постоянное загрязнение выбросами.

- ***Сильнозагрязненные районы*** с большой антропогенной нагрузкой и загрязнениями, превышающими ПДК. Предкризисное состояние окружающей среды.

Территория Б. Сочи была разбита на сеть элементарных морфометрических ячеек (936 квадратов) площадью 4 км^2. Для каждой ячейки суммировалась информация по антропогенной нагрузке и загрязнению в естественных значениях.

Нагрузка каждой ячейки складывалась из следующих показателей:

- количества промышленных предприятий и объемов их твердых и жидких выбросов в атмосферу;
- объемов внесенных минеральных удобрений и площади сельскохозяйственных угодий;
- классности дорог и интенсивности движения автотранспорта;
- плотности застройки и населения (местного и рекреационного);
- содержания в атмосфере NO_X;
- содержания в воде аммиака, нитратов, нитритов, фосфора минерального;
- показателей водной среды: БПК5, коли-индекс, перманганатная окисляемость;
- суммарного показателя концентрации аномальных химических элементов в почвах.

Все естественные значения в целях сопоставимости переводились в баллы. Сумма баллов сносилась к центру квадрата и методом интерполяции строилась карта в изолиниях (экоденсах). Интерпретация значений экоденс позволила выделить экологические районы согласно разработанному таксономическому ряду.

Основными критериями оценки общего экологического состояния территории служили следующие ***показатели:***

- антропогенная нагрузка;
- загрязнение окружающей среды.

Под антропогенной нагрузкой понимался:

- комплекс промышленных предприятий с соответствующими объемами твердых и жидких выбросов в атмосферу (1 балл - 250 т/год в квадрате);
- сельскохозяйственные угодья с внесенными минеральными удобрениями (1 балл -100 т/год в квадрате);

- автотранспорт и интенсивность его движения по дорогам различного класса: 1 балл - сельские грунтовые дороги, до 250 маш./ч, 2 балла - сельские с асфальтовым покрытием, 250-500 маш./ч, 3 балла - межрайонные, 500-1000 маш./ч, 4 балла - городские вспомогательные, 1000-1500 маш./ч, 5 баллов - городские центральные, более 1500 маш./ч;

- плотность населения на 1 км^2 (местное / рекреанты):1 балл - 150/500, 2 балла - 300/1200, 3 балла - 500/1200, 4 балла - 1000/5000, 5 баллов - 2000/7000.

Загрязнение атмосферы. Под загрязнением окружающей среды понимаются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, гидросферу и литосферу, приводящие к деградации природные и природно-антропогенных ландшафтов. Естественно, что при построении карты экологического районирования невозможно учесть все показатели загрязнения окружающей среды, поэтому нами выбраны лишь наиболее ***агрессивные и доминирующие***: общий региональный фон загрязнения воздуха, воды и почв в пределах рассматриваемой территории.

Из основных загрязняющих атмосферу веществ наибольшее негативное воздействие на экосистему Сочи оказывают ***окислы азота*** (NO_x). Согласно экспериментальным данным, наблюдается четкая обратная зависимость между интенсивностью выпадения NO_X и долей естественного возобновления бука, вследствие чего доля естественного возобновления бука была принята нами в качестве биоиндикатора интенсивности загрязнения атмосферы (1 балл - 0-0.1 мг/м^2 в сутки; 2 балла - 0.1-0.5; 3 балла - 0.5-4.0; 4 балла - 4.0-8.0; 5 баллов - 8.0 мг/м^2 в сутки).

Загрязнение гидросферы. Учет загрязнения воды основан на комплексе показателей, характеризующих эколого-санитарное состояние:

аммиак (1 балл - 0.2-0.3 мг/л; 5 баллов -1 мг/л);

нитриты (1 балл - 0.025 - 0.05; 5 баллов - 0.1 мг/л);

нитраты (1 балл - 0-0.005; 5 баллов > 1 мг/л);

фосфор минеральный (1 балл - 0-0.005 мг/л; 5 баллов > 0.2 мг/л.);

перманганатная окисляемость (1 балл - 6-8; 5 баллов -15);

$БПК_5$ (1 балл-1.3-1.6; 5 баллов - 4.0);

коли-индекс {1 балл - 2-6 тыс.; 5 баллов > 50 тыс.).

Загрязнение литосферы. Анализ почв основывался на опасности загрязнения по суммарному показателю концентрации аномальных химических элементов (СПК).

Показатель СПК: 1 балл - до 8, 2 балла - 8-16, 3 балла -16-32, 4 балла - 32-128, 5 баллов > 128.

Анализ карты экологического районирования г. Сочи показал, что Центральный район является экологически наиболее неблагополучный район города, природный рекреационный комплекс которого нуждается в восстановлении. Сумма баллов в экоденсах центральной части района составляет 20. Подобная ситуация наблюдается еще только в одном районе города - Адлерском, в окрестностях аэропорта. Хостинский район - это район относительного благополучия. Лазаревский район - наиболее благополучный в экологическом отношении и, следовательно, имеет наибольшие перспективы развития.

8.6. Определения основных терминов

Рекреация - восстановление и развитие здоровья, трудоспособности, физических и духовных сил человека затраченных в процессе жизнедеятельности.

Туризм - вид деятельности населения в свободное время, связанный с временной миграцией и пребыванием вне постоянного места жительства с целью отдыха, лечения, физического и духовного развития, сопровождающийся потреблением природных, антропогенных и экономических ресурсов общества.

Свободное время - необходимое условие развития рекреационного процесса, является частью внерабочего времени, используемого для отдыха, физического и духовного развития.

Отдых - любая человеческая деятельность, которая не направлена на удовлетворение насущных нужд. Является избирательной формой жизнедеятельности человека связанной с любительскими занятиями, приобщение к миру искусства, интеллектуальной деятельностью общением по интересам, развлечениями, путешествиями и физическими нагрузками.

Рекреант - временный мигрант, отдыхающий, турист, пребывающий вне постоянного места жительства с целью лечения, оздоровления, физического и духовного развития познавательными интересами и др.

Рекреационный потенциал - это совокупность природных, культурно-исторических и социально-экономических предпосылок для организации рекреационной деятельности на определенной территории.

Рекреационная деятельность - способ реализации в свободное время потребностей человека в восстановлении здоровья, трудоспособности, физических и духовных сил с помощью рекреационно-лечебных, рекреационно-оздоровительных, рекреационно-спортивных и рекреационно-познавательных занятий (циклов).

Рекреационный цикл - устойчивая комбинация повторяющихся рекреационных занятий за определенный отрезок времени, направленных на удовлетворение рекреационных потребностей (суточный цикл, отпускной, жизненный или лечебный, оздоровительный, спортивный и познавательный).

Рекреационные ресурсы - объекты и явления природного и антропогенного происхождения, используемые в целях рекреации и туризма.

Рекреационные свойства - медико-биологические, психолого-эстетические и технологические особенности рекреационных ресурсов, способствующие восстановлению здоровья, физических и духовных сил человека.

Рекреационный хозяйственный потенциал - совокупность основных фондов с помощью которых осуществляется прямое производство, продажа и предоставление товаров и услуг рекреантам и дополнительных средств труда, участвующих в улучшении условий рекреации (материально-техническая база рекреации и туризма).

Рекреационное освоение - уровень хозяйственного потенциала рекреации в процессе территориального разделения труда.

Рекреационная география - социально-географическая наука, изучающая территориальные рекреационные системы: закономерности их формирования, развития и морфологической структуры, терри-

ториальной дифференциации и интеграции, методов познания и районирования и др.

Территориальная рекреационная система - сложная социально-экономико-географическая система, состоящая из взаимосвязанных и взаимообусловленных элементов: рекреанты, рекреационные ресурсы, рекреационная инфраструктура, рекреационный персонал и рекреационное управление.

Рекреационная оценка - процесс вовлечения новых ресурсов в рекреационную деятельность (различают медико-биологическую, психолого-эстетическую, технологическую и экономическую оценку).

Рекреационное районирование - особенности территориального разделения труда при производстве рекреационных услуг.

Рекреационная экология - раздел прикладной экологии, исследующий территориальные рекреационные системы, исходя из принципа сбалансированного воздействия природных комплексов, его компонентов и свойств на рекреационные ресурсы и рекреационные территории.

Рекреационная емкость территории - совокупная рекреационная нагрузка всех участников территорий, способная привести эти участки к определенной стадии деградации.

Рекреационная нагрузка - количество рекреантов на 1 га территории на протяжении всего вегетационного периода.

Лекция 9.
УЧЕНИЕ О НООСФЕРЕ. НООБИОГЕОЦЕНОЗЫ. ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

9.1. Концепция ноосферы
9.2. Взаимосвязи экологических компонентов. Природные блага
9.3. Биогеоценозы, создаваемые человеком
9.4. Нообиогеоценоз как элементарная структурная единица экосистемы
9.5. Природно-промышленная система
9.6. Компонентная структура природно-промышленной системы
9.7. Иерархическая структура природно-промышленной системы
9.8. Функциональная структура природно-промышленной системы
9.9. Морфологическая структура природно-промышленной системы
9.10. Воздействие и обмен веществом, энергией и информацией между компонентами природно-промышленного комплекса

9.1. Концепция ноосферы.

Глобальный характер взаимоотношений человека со средой его обитания привел к появлению понятия **ноосферы**, введенного Ле-Руа, а затем к **концепции *ноосферы***, развитой Тейяром де Шарденом. **Ноосфера, по Тейяру де Шардену**, — *это коллективное сознание, которое станет контролировать направление будущей эволюции планеты* и сольется с природой в идеальной точке Омега, подобно тому, как раньше образовывались такие целостности, как молекулы, клетки и организмы. *[Тейяр де Шарден П. Феномен человека. - М., 1973. - С. 180).*

Свою интерпретацию концепции *ноосферы дал на основе учения о биосфере **В. И. Вернадский**:* как живое вещество преображает косную материю, являющуюся основой его развития, так человек неизбежно обладает обратным влиянием на природу, породившую его; как живое вещество и косная материя, объединенные цепью прямых и обратных связей, образуют единую систему — биосферу, так человечество и природная среда образуют единую систему — ноосферу.

Ноосфера, по Вернадскому, *«такого рода состояние биосферы, в котором должны проявляться разум и направляемая им работа человека, как новая небывалая на планете геологическая сила» (Вернадский В. И. Размышление, натуралиста. Кн. 2. Научная мысль как планетарное явление. - М., 1977. - С. 67).*

В.И. Вернадский - один из российских ученых, основатель геохимии, биохимии, радиогеологии и создатель научной школы. Он был тонким ценителем факторов, ученым, крайне требовательным к тому, чтобы естественнонаучные гипотезы отражали объективную реальность материального мира, закономерности, связанные с физико-химическими, геологическими, биохимическими и иными материальными процессами. Вернадский стал первым исследовать жизнь как единое целое, как геологически своеобразное живое вещество, характеризующееся весом, химическим составом, энергией и геохимической активностью. Вернадский подчеркивал, что за геологическую историю организмы осваивали новые области планеты, приспосабливаясь к многообразным природным условиям, участвуя в их изменении. Он первым из ученых понял, что мы всецело принадлежим биосфере - и телом, и духовной жизнью, прошлым и будущим, став органом ее самопознания и преобразования. Исследуя геохимические и биогеохимические процессы, Вернадский подходит к коренным проблемам энергетики и термодинамики **взаимодействия живого и косного вещества** планеты и далее, углубляясь в биологическую роль человечества, сознания, трудовой деятельности, обращается к естественно - историческим закономерностям социально - экономического развития общества. Вернадский рассматривал биосферу как особое геологическое тело, строение и функции которого определяются особенностями Земли и Космоса. А живые организмы, популяции, виды и все живое вещество - это формы и уровни организации биосферы.

В 1923 году Вернадский в своих лекциях по геохимии, прочитанных в Париже, отмечал, что особую роль в биосфере играют биологические круговороты, где важнейшим процессом является фотосинтез, осуществляемый растительностью планеты, которая оказывает влияние на все компоненты природного комплекса биосферы - атмосферу, гидросферу, почву, животный мир. Велика роль растений в жизни че-

ловеческого общества. Они создают необходимую среду существования и снабжают ее различными веществами. Перенос вещества и энергии осуществляется затем посредством пищевых цепей.

К своеобразной разновидности круговоротов в биосфере относятся ее **ритмические изменения**. Ритмикой называется повторяемость во времени комплекса процессов, которые каждый раз развиваются в одном направлении. При этом различают две ее формы: **периодическую** - это ритмы одинаковой длительности (время оборота Земли вокруг оси) и **циклическую** - ритмы переменной длительности. Периодичность в биосфере проявляется во многих процессах: тектонических, осадконакоплении, климатических, биологических и многих других. Ритмы бывают разной продолжительности: геологические, вековые, внутривековые, годовые, суточные и т.д.

В биосфере виды и роды растительных и животных организмов взаимосвязаны, продолжительность средней жизни есть производное отбора, которое оптимально гарантирует выживание и компенсирует потомство. Величина необходимой поглощаемой энергии у автотрофных и гетеротрофных организмов лимитируется этой основной закономерностью эволюционного процесса. "...В земной коре в результате жизни и всех ее проявлений происходит увеличение действительной энергии" (В.И.Вернадский), постепенное развитие живого вещества в пределах биосферы, к переходу ее в ноосферу (от греческого "*ноос*" - разум).

*Под **ноосферой** в настоящее время понимают сферу взаимодействия природы и общества.* Ноосфера - новое эмоциональное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором ее развития. Для ноосферы характерно взаимодействие человека и природы: связь законов природы с законами мышления и социально-экономическими законами.

В наши дни особую актуальность приобретает учение Вернадского о переходе биосферы в ноосферу, что может послужить основой фундаментальных исследований экологических проблем. С гениальной прозорливостью Вернадский предвидел научно-техническую революцию XX века со всеми ее последствиями для биосферы. Именно

в познании закономерностей развития биосферы и лежит ключ к разумному природопользованию.

Вернадский развил *концепцию ноосферы как растущего глобального осознания усиливающегося вторжения человека в естественные биогеохимические циклы*, ведущего, в свою очередь, ко все более взвешенному и целенаправленному контролю человека над глобальной системой.

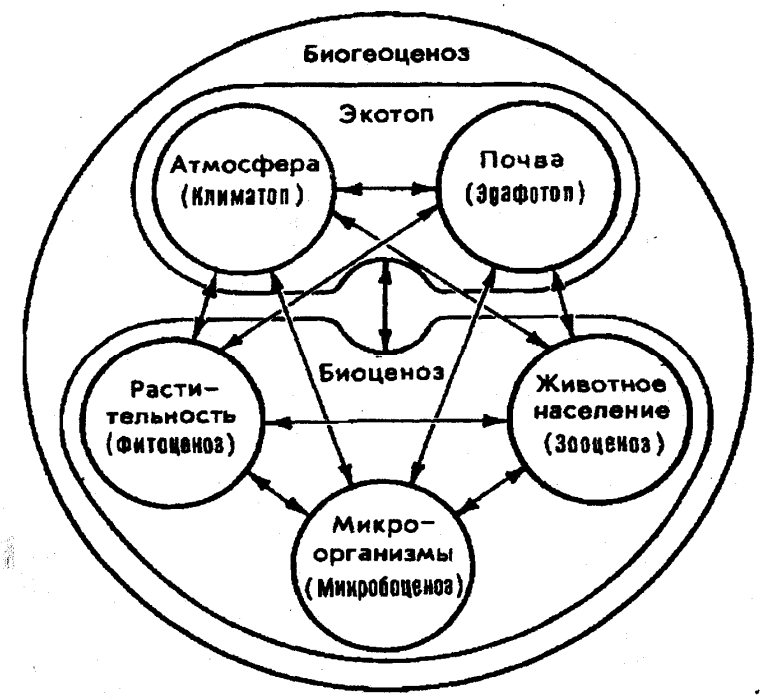


Рисунок 21. Принципиальная схема взаимообусловленного комплекса живых и косных компонентов биогеоценоза.

В концепции ноосферы представлен в полной мере один аспект современного этапа взаимодействия человека и природы — *глобальный характер единства человека с природной средой*. В период создания этой концепции противоречивость данного взаимодействия не проявилась с такой силой, как сейчас. В последние десятилетия в дополнение к *глобальному характеру взаимоотношений человека и природной среды* обнаружилась противоречивость этого взаимодействия, чреватая кризисными экологическими состояниями. Стало ясно, что единство человека и природы противоречиво хотя бы в том плане, что из-за увеличивающегося обилия взаимосвязей между ними растет экологический риск как плата человечества за преобразование при-

родной среды. Продолжая деятельность живого вещества, человек осуществляет такие химические реакции, которых не было раньше на Земле. Выделяется в чистом виде железо, олово, свинец, алюминий, никель и многие другие химические элементы.

"Еще большее влияние оказывает человек полным изменением лика Земли, которая производится им во все больших и больших размерах по мере развития культуры и распространения влияния культурного человечества. Земная поверхность превращается в города и культурную землю и резко меняет свои химические свойства. Изменяя характер химических процессов и химических продуктов, человек совершает работу космического характера. Она является с каждым годом все более значительным фактором в минеральных процессах земной коры и мало-помалу меняет их направление" (В.И.Вернадский).

Вернадский настойчиво подчеркивал связь планетных и космических процессов. Он писал: "В нашем столетии биосфера получает совершенно новое понимание. Она выявляется как планетарное явление космического характера. Человечество как живое вещество неразделимо связанно с материально-энергетическими процессами определенной геологической оболочки Земли - с ее биосферой. Оно не может физически быть от нее независимым ни на одну минуту". Здесь очевидно стремление научной мысли найти единство естественно-природных и социально-исторических процессов, увидеть и проанализировать ход воздействия. В этих целях Вернадский выделил так же особый этап в развитии биосферы, связанной с социальной деятельностью человека.

Труд человека, то есть основная форма его жизнедеятельности, есть в первую очередь взаимодействие его с природой. Человек проявляет эту свою способность не столько в качестве источника энергии или массы, сколько в виде специфического регулятора, возбуждающего действие одной силы природы против другой. Именно здесь возникает и проявляется "хитрость разума". Особенно ярко и вдохновенно писал Вернадский о воздействии человеческой деятельности на природу в работе “Несколько слов о ноосфере", созданной в 1943 году: “Лик планеты - биосферы - химически резко меняется человеком соз-

нательно и главным образом бессознательно. Меняются человеком физически и химически воздушная оболочка суши, все ее природные воды. В результате роста человеческой культуры XX веке все более резко стали меняться (химически и биологически) прибрежные моря и части океана. ...Сверх того человеком создаются новые виды и расы животных и растений.”

Вернадский подчеркивал: " Научная мысль человечества работает только в биосфере и в ходе своего проявления в конце концов превращает ее в ноосферу, геологически охватывает ее разумом. Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше. Ноосфера - последнее из многих состояний эволюции биосферы в геологической истории - состояние наших дней".

Учение о ноосфере намечает пути использования и развития природных сил в интересах человека, роста производительности общественного производства, рационального природопользования, сохранения и развития здоровья населения. Таким образом, интересы человечества легли в основу концепции Вернадского.

На сегодняшний день деятельность человека достигла глобальных масштабов воздействия на биосферу, изменяя круговорот веществ, водный баланс планеты, оказывая сильное влияние на почвы, растительность и животный мир. Антропогенная деятельность создала новые токсические источники загрязнения биосферы, что в конечном счете может создать угрозу существования самого человека.

Вернадский всегда реально оценивал значение научных открытий, их возможные последствия для человечества и придерживался всю жизнь высоких эстетических принципов ученого-гражданина. Это отношение к научным исследованиям, открытиям проявилось во всем. Прекрасный пример этого - дальновидное предостережение ученого о последствиях открытия атомной энергии и его беспокойство о том, в чьих она окажется руках и каким целям послужит в будущем - целям добра и зла.

Вернадскому была ясна социальная природа ноосферы. В 1925 году в статье "Автотрофность человечества" он писал: "В биосфере существует великая геологическая, быть может, космическая сила, планетное действие которой обычно не принимается во внимание в представлениях о космосе, представлениях научных или имеющих научную основу. ... Эта сила есть разум человека, устремленная и организованная воля его как существа общественного".

В книге "Научная мысль как планетное явление" В.И.Вернадский анализирует геологическую историю Земли и утверждает, что наблюдается переход биосферы в новое состояние - в ноосферу под действием новой геологической силы, научной мысли человечества. Однако в трудах Вернадского нет законченного и непротиворечивого толкования сущности материальной ноосферы как преобразованной биосферы. В одних случаях он писал о ноосфере в будущем времени (она еще не наступила), в других в настоящем (мы входим в неё), а иногда связывал формирование ноосферы с появлением человека разумного или с возникновением промышленного производства. Р.К. Баландин пишет: "Надо заметить, что когда в качестве минералога Владимир Иванович писал о геологической деятельности человека, он ещё не употреблял понятий "ноосфера" и даже "биосфера". О формировании на Земле ноосферы он наиболее подробно писал в незавершённой работе "Научная мысль как планетное явление", но преимущественно с точки зрения истории науки."

Итак, что же такое **ноосфера** - утопия или реальная стратегия выживания? Труды В.И.Вернадского позволяют более обоснованно ответить на поставленный вопрос, поскольку в них указан ряд конкретных условий, необходимых для становления и существования ноосферы. Перечислим эти условия, разбросанные по страницам книги "Научная мысль как планетное явление" и отчасти в других публикациях В.И.Вернадского:

- заселение человеком всей планеты;

- резкое преобразование средств связи и обмена между странами;

- усиление связей, в том числе политических, между всеми странами Земли;

- начало преобладания геологической 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 народа в решении вопросов внешней и внутренней политики;

- свобода научной мысли и научного искания от давления религиозных, философских и политических построений и создание в государственном строе условий, благоприятных для свободной научной мысли;

- продуманная система народного образования и подъём благосостояния трудящихся, создание реальной возможности не допустить недоедания и голода, нищеты и чрезвычайно ослабить болезни;

- разумное преобразование первичной природы Земли с целью сделать её способной удовлетворить все материальные, эстетические и духовные потребности численно возрастающего населения;

- исключение войн из жизни общества.

Таким образом, мы видим, что налицо все те конкретные признаки, все или почти все условия, которые указывал В.И.Вернадский для того, чтобы отличить ноосферу от существовавших ранее состояний биосферы. Процесс её образования постепенный, и, вероятно, никогда нельзя будет точно указать год или даже десятилетие, с которого переход биосферы в ноосферу можно будет считать завершённым. Конечно, мнения по этому вопросу могут быть разные. Ф.Т.Яншина пишет: "Учение академика В.И.Вернадского о переходе биосферы в ноосферу является не утопией, а действительной стратегией выживания и достижения разумного будущего для всего человечества". Мнение Р.К. Баландина несколько иное: "Биосфера не переходит на более высокий уровень сложности, совершенства, а упрощается, загрязняется, деградирует (небывалая скорость вымирания видов, разрушение лесных зон, страшная эрозия земель...). Она переходит на более низкий уровень, т.е. в ней наиболее активной преобразующей и регулирующей силой становится техновещество, совокупность технических систем, посредством которых человек - преимущественно невольно -

переиначивает всю область жизни". Сам Вернадский, замечая нежелательные, разрушительные последствия хозяйствования человека на Земле, считал их некоторыми издержками. Он верил в человеческий разум, гуманизм научной деятельности, торжество добра и красоты. Что-то он гениально предвидел, в чём-то, возможно, он ошибался. Ноосферу следует принимать как символ веры, как идеал разумного человеческого вмешательства в биосферные процессы под влиянием научных достижений. Надо в неё верить, надеяться на её пришествие, предпринимать соответствующие меры.

За время своего существования человек сильно изменил биосферу. По мнению Н. Ф. Реймерса, «люди искусственно и нескомпенсированно снизили количество живого вещества Земли, видимо, не менее чем на 30%, и забирают в год не менее 20% продукции всей биосферы» *(Реймерс Н. Ф. Надежды на выживание человечества: концептуальная экология. - С. 129).* Такие цифры недвусмысленно свидетельствуют о том, что *антропогенное изменение биосферы* зашло слишком далеко. Биосфера превращается в ***техносферу,*** причем направленность антропогенного воздействия прямо противоположна направленности эволюции биосферы. Можно сказать, что с появлением человека начинается нисходящая ветвь эволюции биосферы — снижается биомасса, продуктивность и информационность биосферы. Антропогенные воздействия разрушают естественные системы природы. Как полагает Реймерс, «вслед за прямым уничтожением видов следует ожидать самодеструкции живого. Фактически этот процесс идет в виде массового размножения отдельных организмов, разрушающих сложившиеся экосистемы» *(Там же. - С. 136).* Таким образом, пока ещё нельзя ответить на вопрос, создаст ли в будущем человек сферу разума или своей неразумной деятельностью погубит и себя, и все живое.

Понятие «ноосистема» было бы в наше время более точным, чем понятие ноосфера, поскольку последняя после выхода людей в космос уже не соответствует пространственной конфигурации воздействия человека на природу. Понятие *ноосистема* предпочтительнее и в плане научного анализа экологической проблемы, так как оно ориен-

тирует на применение развиваемого во второй половине XX века системного подхода к изучению объективной реальности.

Имеется еще одно важное соображение, неучтенное в концепции ноосферы. Человек взаимодействует со средой обитания не только разумно, но и чувственно, поскольку он сам существо не только разумное, а разумно-чувственное, в котором разумный и чувственный компоненты сложным образом переплетены. Ноосферу не обязательно следует понимать как некий экологический идеал, поскольку не всегда с экологической точки зрения хорошо то, что преимущественно рационально, а само понятие разумного исторически изменчиво. Так, все современные технологические схемы по своему разумны и рациональны в традиционном смысле слова, но часто дают отрицательный экологический эффект. В то же время такое чувство, как любовь к природе, не всегда может быть рационально интерпретировано, и тем не менее способно весьма положительно повлиять на общую экологическую обстановку.

Однако, концепция *ноосферы* сохраняет ценность, поскольку представляет единство человека и природы в виде процесса — ***ноогенеза*,** ведущего к становлению единой системы «человек — природная среда». **Ноогенез** — один из аспектов процесса становления родовой сущности человека, и его нельзя остановить, не отказываясь от актуализации и совершенствования потенциальных возможностей, заложенных в человеке как виде. Стремление к осуществлению своих целей в природе останется, по-видимому, главенствующим в определении человеком перспектив его взаимоотношений с природой с того момента, как он перешел от защиты своей видовой специфики к превращению ее в важный фактор формирования природной закономерности.

9.2. Взаимосвязи экологических компонентов. Природные блага

Взаимосвязи между компонентами экосистемы обеспечивают круговорот веществ и закономерное прохождение потока энергии в биосфере. Солнечная энергия, попадая на растения, создает предпо-

сылки для осуществления фотосинтеза и продуцирования органического вещества из почво-субстрата. Органической вещество растений потребляется животными и паразитическими растениями, и как растительное, так и животное вновь разлагается после смерти организмов редуцентами на простые соединения (соли и газы), возвращающиеся, таким образом, в атмосферу, воду, почвогрунты.

Человек всегда пользовался и пользуется природными благами, под которыми подразумевается совокупность природных ресурсов и природных условий жизни общества, которые им используются в настоящее время или могут быть использованы в обозримом будущем.

Любое вещество или сила, которые сами не являются продуктами труда и не имеют цены в экономическом смысле, но обладают для общества потребительской стоимостью, которые могут быть использованы для производства и для потребления, составляют **природные безвозмездные блага.** Природные безвозмездные блага для хозяйственного их использования требуют лишь приложения труда и поэтому занимают особое положение в хозяйственной деятельности человека. Долгие годы считались *неисчерпаемыми* природные безвозмездные блага. Но в настоящее время многие из них уже не являются бесконечными, специалисты делают прогнозы на их полную выработку, и это заставляет задуматься человечества о переоценке природных благ.

9.3. Биогеоценозы, создаваемые человеком.

Природные биогеоценозы — это биогеоценозы, в которых процессы протекают без прямого участия человека. Но современная хозяйственная деятельность человека является мощным фактором преобразования природы. В результате этой деятельности формируются своеобразные биогеоценозы, к числу которых относятся, например, **агроценозы, технобиогеоценозы, урбабиогеоценозы**.

Агроценозы представляют собой искусственные биогеоценозы, возникающие в результате сельскохозяйственной деятельности человека, ***технобиогеоценозы*** — промышленной деятельности; ***урбабиогеоценозы*** — поселений человека. Примерами могут служить искусственно создаваемые луга, поля, пастбища, топливно-

энергетические комплексы, промышленные предприятия, крупные города и поселки.

При создании искусственных биогеоценозов человек широко применяет разнообразные *агроприемы:* посев высокопродуктивных трав, мелиорацию, если наблюдается избыточное увлажнение почв; внесение удобрений, различные способы обработки почв, искусственное орошение. При этом возникают *непланируемые негативные проявления* его деятельности, которые проявляются в виде отвалов пустых пород, захоронения вредных веществ, рассеивания вредностей в атмосфере. Рассеивания вредностей в окружающей среде могут быть и планируемыми, например, при эвакуации в атмосферу продуктов сгорания и вентиляционных сборов через газоотводящие трубы ТЭС, АЭС и промышленных предприятий; выпуск в водоемы и реки сточных вод как через очистные сооружения, так и помимо них.

К числу создаваемых человеком *искусственных биогеоценозов* относятся также парки, плодовые сады и ягодники, лесные насаждения, рекультивированные земли.

Рекультивация земель, включающая *техническую и биологическую рекультивацию*,— это комплекс мероприятий, направленных на восстановление продуктивности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды. На действующих предприятиях, связанных с нарушением земель, рекультивация земель должна быть неотъемлемой частью технологических процессов.

Наиболее ярким примером *технической рекультивации* земель могут служить золоотвалы и отвалы пустых пород, когда формируются откосы, снятие, транспортировка и нанесение почв и плодородных пород; строительство дорог. *Биологическая рекультивация* — это этап рекультивации земель, осуществляемый после технической рекультивации. Он включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление обитания животных, растений, грибов и микроорганизмов и восстановление хозяйственной продуктивности земель.

Функциональная структура **технобиогеоценоза** раскрывает специфику образования природно-промышленной системы и совокупность взаимодействующих структурных единиц. Так, рассматривая

технобиогеоценоз, который образовался в процессе складирования пустых пород в отвал при добыче полезных ископаемых подземным способом, можно видеть, что пространственное размещение объектов раскрывает структуру компонентов системы: поселок, отвал пустых пород, шахту, границу зоны рассеивания пыли в атмосфере, которая охватывает ареал природно-промышленной системы.

9.4. Нообиогеоценоз как элементарная структурная единица экосистемы

Особенностью современного этапа развития обществ, для которого реальной стала угроза глобального экологического кризиса, является то, что производственная деятельность человека должна стать геологической силой не только по масштабу, но и по характеру. Она становится составной соизмеримой частью природных круговоротов веществ и потоков энергии. Поэтому производственная деятельность является функционально необходимым компонентом биосферы, способным радикальным образом воздействовать на разрешение проблемы гармонического взаимодействия общества и природы.

В экологии для анализа системы принято сначала построить ***элементарную структурную единицу***, которая, являясь объектом исследования подвергается всестороннему изучению. Необходимым условием построения структурной единицы является то, чтобы она сохраняла все свойства системы.

Для экосистем, не подверженных воздействию человека, в качестве объекта исследования принимается биогеоценоз. В техносфере, то есть части биосферы, преобразованной людьми с помощью прямого и косвенного воздействия технических средств; в антропосфере или земной сфере, где живет и куда временно проникает человечество; в ноосфере, где разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором развития на Земле, в качестве элементарной структурной единицы принимается **нообиогеоценоз**. *Нообиогеоценоз, в отличие от биогеоценоза, включает дополнительное равноправное сообщество, называемое нооценозом.*

Нооценоз — это совокупность общества, средств труда и продуктов труда. Итак, в состав ноосбиогеоценоза входят три равноправных сообщества, которые совместно взаимодействуют и обуславливают существование и функционирование системы.

В **ноосбиогеоценозе** имеются *два сообщества*, знакомые нам из биогеоценоза: природная среда, представленная экотопом, включающим в себя воду, воздух и почву, и биоценоз, представленный растительностью, микроорганизмами и животным миром. Третьим сообществом является "нооценоз" или "сообщество разума", включающее в себя общество с социальным и законами развития.

Для удовлетворения своих материальных потребностей и обеспечения жизнедеятельности общество должно создавать средства существования. Эту роль выполняют средства труда, через которые общество взаимодействует с природой. Результатом взаимодействия являются продукты труда. Таким образом, не только компоненты нооценоза взаимосвязаны друг с другом, но и каждый компонент, и *нооценоз как целое взаимно взаимодействуют с экотопом и биоценозом.*

В основе взаимодействия системы *"общество—природа"* лежит общественное производство, все абстрактные моменты которого входят в состав ноосбиогеоценоза. Предметом процесса труда является природа, которая рассматривается как первоначальное поле приложения для труда. Остальные "моменты" процесса труда, то есть средства труда; общество, как носитель труда, и продукт труда объединены в "сообщество разума".

Таким образом, основным процессом, определяющим *функционирование ноосбиогеоценоза* как элементарной ячейки системы "общество — природа", является *процесс труда, технологический процесс*.

9.5. Природно-промышленная система.

Структурной основой для ноосбиогеоценоза является *биогеоценоз*. Это объясняется тем, что, во-первых, на большей части земной поверхности биогеоценозы достигли определенного уровня развития, после чего в них появились компоненты нооценоза. Во-вторых, имен-

но биогеоценоз определяет в основном дальнейшее развитие нообиогеоценоза. При появлении в структуре экологической системы объектов промышленного производства, оказывающих влияние на ее функционирование, возникает *новая искусственная экологическая система, называемая природно-промышленной системой*. Создание природно-промышленных систем должно основываться на экологических знаниях.

Принятие **нообиогеоценоза** за элементарную единицу природно-промышленной системы является правомерным в том случае, если в нем определяющая роль принадлежит средствам труда, которыми он отличается от природных комплексов (например, биогеоценозов). Нооценоз не является застывшей формой, а постоянно развивается и действует в системе, поэтому он в конечном итоге и определяет функционирование природно-промышленной системы.

Природные компоненты нообиогеоценоза, входящие в биоценоз, и экотоп составляют единство, которое в природно-промышленной системе определяется как **природная среда**. Но в природно-промышленной системе природная среда функционирует в совокупности с производственными объектами и образует совершенно новые комплексы, не существовавшие ранее в природе. Таким образом, *структуру экологической системы объектов промышленного производства, включающую в себя новую (искусственную), созданную человеком, экологическую систему и оказывающую влияние на функционирование экологической системы объектов промышленного производства, называют* ***природно-промышленной системой****.*

В зависимости от назначения и целей использования выделяют следующие структуры природно-промышленных систем:

—компонентная;

—иерархическая;

—функциональная;

—морфологическая .

Структура природно-промышленной системы выражается набором соответствующих структурных единиц, которые в зависимости от степени обобщения и типа структуры носят различные соответствующие своей сути наименования.

9.6. Компонентная структура природно-промышленной системы

Компонентами природно-промышленной системы принимаются ее однородные по составу части, наделенные определенными *функциональными признаками*. **Компонентная структура** отражает сущность теоретического и методологического подхода к выделению и исследованию природно-промышленной системы, раскрывает ее состав и свойства как элементарных структурных единиц ноосферы.

Компонентная структура ноообиогеоценоза как элементарная природно-промышленная система в виде блок-схемы состоит из следующих структурных единиц: сообществ (экотоп, биоценоз, нооценоз); компонентов (почва, недра, гидросфера, атмосфера, фитоценоз, зооценоз, микробоценоз, общество, средства труда и продукты труда). Природно-промышленная система, содержащая перечисленные сообщества и компоненты, является классической природно-промышленной системой.

При проведении анализа природно-промышленной системы в случаев ее отличия от классической, что наблюдается на практике, необходимо учитывать ее конкретные особенности. Например, при представление растительности отдельными видами деревьев, кустарниками, мхами и лишайниками, общества — работниками только данного производства, продуктов труда — продуктами отходов, представляющих наибольшую опасность для загрязнения окружающей среды и имеющих реальную угрозу для здоровья людей.

9.7. Иерархическая структура природно-промышленной системы.

Иерархическая структура базируется на четырех основах: пространстве, времени, организации и научных исследованиях. Пространственная иерархия природно-промышленной системы выражается следующей последовательностью:

— ноообиогеоценоз;

—природно-промышленный комплекс;

—территориально-производственный комплекс.

Природно-промышленный комплекс — это относительно самостоятельная производственно-промышленная система, в структуру которой входят промышленные, природные, коммунально-бытовые и аграрные объекты, относительно устойчивые и самостоятельные, которые функционируют как единое целое на основе определенного типа обмена веществом, энергией и информацией. Рационально функционирующим природно-промышленным комплексом называется такой комплекс, который имеет минимальные материальные, энергетические, трудовые и другие затраты при условии получения планируемого объема промышленной; продукции, обеспечения необходимого качества окружающей природной среды и достижения оптимальной продуктивности сельско-, лесо-, рыбохозяйственных и других угодий, входящих в его состав. Границами природно-промышленного комплекса являются границы зоны влияния промышленных предприятий, входящих в состав комплекса.

Главным компонентом, определяющим направление и характер функционирования природно-промышленного комплекса в целом, является его *промышленное звено.* В структурной схеме промышленного звена выделяются объекты основного производства, предприятия вспомогательного производства, объекты энергетики, организации по строительству новых и реконструкции действующих промышленных предприятий. Продукцией промышленного звена считается вся продукция, которая отправляется за пределы природно-промышленного комплекса, а также предназначенная для удовлетворения собственных нужд и поддержания заданной продуктивности (качества) экологической системы района. К продуктам промышленного звена относятся и отходы производства: газообразные, жидкие и пылевидные промышленные выбросы, а также сбросные тепловые потоки и шум, которые классифицируются как безвозвратные потери, загрязняющие окружающую среду.

Вспомогательное производство включает в себя организации, деятельность которых связана с обслуживанием основного производства. В него входят ремонтно-механическая база, промышленный транспорт, склады готовой продукции, сырья и оборудования, а также предприятия, обеспечивающие строительство новых и реконструкцию

действующих основных предприятий, энергетических объектов, транспортных магистралей и т.п.

Коммунально-бытовое звено обеспечивает жизнедеятельность людей, занятых в промышленности и на предприятиях по производству сельскохозяйственной и другой продукции природно-промышленного комплекса. Основными объектами этого звена являются селитебная территория, предприятия питания, торговли, медицинские учреждения, общественный транспорт, культурные и учебные учреждения, рекреационные объекты (парки, пляжи, стадионы, зоны отдыха и т. п.). Продукцией коммунально-бытового звена считаются продукты, потребляемые населением, а также отходы и выбросы коммунально-бытовых предприятий.

Основная *отличительная особенность экологической системы*, в которой функционирует природно-промышленный комплекс, состоит в том, что практически все элементы в этой системе находятся под постоянным воздействием промышленных предприятий и испытывают на себе их влияние. В большинстве случае сельскохозяйственные, лесные и другие угодья, расположенные в таком районе, как правило, снижают свою продуктивность, а иногда и полностью деградируют. Поэтому выделение под природно-промышленные комплексы неплодородных земель является наиболее правильным подходом для их возведения.

Особо следует обратить внимание на качество сельскохозяйственной и животноводческой продукции, получаемой на территориях таких комплексов. В настоящее время основное внимание уделялось восстановлению и поддержанию продуктивности природных объектов и искусственных биогеоценозов на оптимальном уровне путем проведения специальных агротехнических, лесохозяйственных, мелиоративных и других мероприятий. При этом основная продукция экологической системы в виде сельскохозяйственных продуктов, животноводческих и продуктов лесов и водоемов может иметь не меньшую значимость и ценность, чем основная продукция промышленного звена, а иногда даже и больше. Но при, этом обязательно надо вести контроль качества продукции, получаемой в экологической системе, подверженной воздействию промышленных комплексов, так как в этом слу-

чае неизбежно вовлечение части компонентов вредных выбросов предприятий в круговорот веществ сообществ и попадание их в организм человека. Поэтому нельзя оценивать эти угодья только по их продуктивности, а необходимо еще проводить их оценку и по качеству продукции, в частности, по содержанию вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий.

Таким образом, состояние и продуктивность угодий экологических систем, находящихся в природно-промышленных комплексах, определяются следующими группами факторов:

—природными условиями;

— характером и интенсивностью воздействия промышленных и коммунально-бытовых предприятий;

— эффективностью мероприятий по повышению, сохранению и восстановлению продуктивности угодий с использованием дополнительных ресурсов.

Природно-промышленная система пространственной иерархии — это совокупность систем регионального уровня — территориально-производственных комплексов. Один территориально-производственный комплекс может включать несколько природно-промышленных систем. Карта-схема территориально-производственного комплекса составляется по результатам комплексных инженерно-экологических исследований, включающих качественные и количественные характеристики всех структурных элементов системы.

Добыча полезного ископаемого, обогащение полезного ископаемого, энергетика создают свои природно-промышленные системы меньшего ранга (нообиогеоценозы). Границы нообиогеоценозов в территориально-промышленном комплексе определяются границей воздействия соответствующих производств на природную среду. Общая граница территориально-промышленного комплекса определяется границей влияния на природную среду основного производства.

9.8. Функциональная структура природно-промышленной системы

Функциональные структуры природно-промышленных систем строятся с целью определения структурных единиц, находящихся во

взаимодействии. Главным фактором для них является наличие обмена веществом, энергией и информацией. Далее выделяются структурные единиц (реципиенты), оказывающие существенное влияние и испытывающие влияния других структурных единиц с целью выявления тех, которые оказывают воздействия и испытывают их. Итогом построения функциональной структуры природно-промышленной системы является выделение реципиентов, в которых проявляются последствия воздействий.

В методологическом аспекте главным фактором при построении функциональной структуры ноообиогеоценоза является характер функционирования нооценоза и, в первую очередь, специфика средств труда общественного производства.

Специфика общественного производства отражается и в названия элементарных структурных единиц. Например, *технобиогеоценоз* — термин подчеркивает принадлежность природно-промышленной системы промышленности; *урбабиогеоценоз* означает новую экологическую систему района жилой застройки; агробиоценоз — окультуренные сельскохозяйственные угодья.

Функциональная структура природно-промышленной системы может быть представлена в виде блок-схемы или карты-схемы. Нооценоз в данном случае представлен отвалом пустых пород и частью поселка, которая попала в зону загрязнения породной пылью, сдуваемой ветром с отвала. В биоценоз входят луговые сообщества, а также оказавшиеся в зоне воздействия отвала. Почвы, грунтовые воды и атмосферный воздух в этой зоне объединяются в экотоп.

9. 9. Морфологическая структура природно-промышленной системы

Морфологическая структура включает пространственное размещение всех компонентов нооценоза, биоценоза и экотопа и их элементов во взаимосвязи с учетом последствий взаимодействия. Она представляет собой структурное оформление пространственных и функциональных связей и отношений между источниками воздействия и объектами, воспринимающими воздействия и изменяющиеся от них.

Морфологическая структура отражает зафиксированное на конкретный момент времени состояние, которое определяется путем выявления и описания экологических изменений, происшедших посредством воздействия производства на природную среду. Элементами для построения морфологической структуры природно-промышленной системы являются контуры, ареалы, слои и зоны.

Контур — это граница, отделяющая компоненты или элементы системы друг от друга, условно показанная на карте-схеме и соответствующая по конфигурации этой линий в натуре. Контур имеет все элементы и компоненты нооценоза, отдельные элементы биоценоза и экотопа, а также нарушения в них. Особый интерес в инженерной экологии представляют контуры структурных изменений, возникших в результате воздействия производства на природную среду. Изменения числа, формы и расположения элементов и компонентов относят к одному виду—нарушениям.

При составлении морфологической структуры природно-промышленной системы необходимо выделять не только типы нарушений, но и их конкретные формы. Это дает возможность оконтурить каждую из них, определить их параметры и наметить мероприятия для пресечения и ликвидации нарушений.

Фиксирование нарушений и представление их в морфологической структуре природно-промышленной системы является сложной методической задачей и весьма трудоемким процессом. Но без выявления форм нарушений и количественных оценок их параметров нельзя анализировать и исследовать характер функционирования природных компонентов. Одним из практических приложений в исследованиях этой проблемы является определение форм загрязнения природной среды в нообиогеоценозах.

Совокупность структурных и функциональных единиц морфологической структуры природно-промышленной системы характеризует ее в одной плоскости — в плоскости "поверхности Земли". Но каждая природно-промышленная система обладает и вертикальной дифференциацией, оказывающей значительное влияние на характер функционирования системы.

9.10. Воздействия и обмен веществом, энергией и информацией между компонентами природно-промышленного комплекса

Воздействия современных предприятий, в частности энергетических, на природную среду, как правило, носит комплексный характер, поскольку в технологических процессах современных производств находят применение физико-механические, физико-химические и химико-биологические процессы. Выявление и определение их качественных и количественных характеристик позволяет характеризовать функционирование природно-промышленных систем и по экологическим показателям, действующим на природную среду. Воздействия могут протекать в открытой и скрытой формах. Так, для открытых форм воздействий характерны выбросы (в атмосферу), сбросы (в гидросферу и литосферу), а в закрытых—поля электромагнитных и ионизирующих излучений, микроконцентрации вредных веществ, как то бенз(а)пирен, диоксины и др., находящиеся в выбросах производств в окружающую среду.

Воздействия производства на природную среду проявляются в природных компонентах в виде нарушений или загрязнения. Особо следует подчеркнуть тот факт, что человек в процессе техногенеза сам оказался объектом, который в первую очередь испытывает на себе последствия антропогенной негативной деятельности, проявляющейся в нарушениях и загрязнениях природной среды.

Рассматривая обмен веществом между объектами природно-промышленного комплекса, можно тем самым анализировать и взаимодействия в системе "общество — природа", так как в системе природно-промышленного комплекса присутствуют такие компоненты, как "общество" и "природная среда".

Обмен веществом между объектами природно-промышленного комплекса происходит путем вовлечения определенных технологических и природных ресурсов в материальное производство, в процессе которого создается продукция труда. Не вошедшие в продукцию труда ресурсы возвращаются в природную среду. Суммарное количество веществ, вовлекаемых в производство и выходящих из него в грани-

цах отдельного природно-промышленного комплекса, остается примерно постоянным. Но здесь следует отметить некоторые специфические особенности отдельных производств, как, например, теплоэнергетика, где вход количества вещества в природно-промышленную систему далеко не равен их выходу, так как в этом случае выход продукции происходит в новом качестве — электро- и теплоэнергии.

Обмен энергией между компонентами природно-промышленного комплекса происходит путем превращения энергии в энергетические ресурсы производства, а также выделением в окружающую среду неиспользованной доли горючего и энергии при ее производстве, при потерях в процессах теплообмена объектов с окружающей средой и при транспортировке к потребителю в теплотрассах и линиях электропередачи.

Между компонентами природно-промышленного комплекса происходит и обмен информацией, что позволяет судить о состоянии отдельных компонентов, корректировать процессы обмена веществом и энергией. Различают информацию естественного и искусственного характера. Информация естественного характера выражается через свойства природных компонентов, а искусственная — через показания специально созданных человеком автоматизированных систем контроля, прогноза и управления процессами производства и состоянием (продуктивностью) природных объектов. Этот путь является реализацией оптимизационных решений по обмену веществом и энергией в природно-промышленном комплексе, направленных на регулирование взаимодействий в системе "общество—природа" с применением различных инженерных мероприятий для регулирования технологических процессов по эколого-технико-экономическим показателям.

Контроль и управление процессами обмена веществом и энергией между окружающей природной средой и промышленным производством, которые немыслимы без обмена информацией, являются основе повышения эффективности использования и охраны природных ресурсов, защиты окружающей среды при строительстве и эксплуатации промышленных предприятий и других объектов, находящихся в системе "общество — природа".

Лекция 10.
ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА. ЧЕЛОВЕК КАК БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВИД. БИОСОЦИАЛЬНАЯ СУЩНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

10.1. Человек как биологический вид
10.2. Неотделимость человека от биосферы
10.3. Нормы и типы реакций человека на действие факторов среды
10.4. Высшая нервная деятельность человека.
10.5. Человек - биосоциальный вид
10.6. Биоэтика и поведение человека
10.7. Социальная адаптация к окружающей среде

Уже на ранних этапах становления человеческого общества были обнаружены связи между условиями, в которых живут люди, и особенностями их здоровья. Более двух тысяч лет назад великий врач древности Гиппократ (ок. 460-370 до н. э.) не только описал влияние климата, воды, рельефа и времен года на здоровье жителей различных местностей, но и дал сравнительное антропологическое описание народов, живших на европейском, азиатском и африканском берегах Средиземного моря. В его трудах содержатся многочисленные доказательства того, что факторы внешней среды, образ жизни оказывают определяющее влияние на формирование телесных (конституция) и душевных (темперамент) свойств человека.

В XVII веке появилась **медицинская география** - наука, которая изучает влияние природных и социальных условий различных территорий на здоровье населяющих их людей. Ее основоположником был итальянский врач Б. Рамаццини (1633-1714).

В России первые работы по медицинской географии относятся к середине XVIII века. Наибольшего развития медицинская география достигла в середине XIX века. В этот период составлялись подробные медико-географические описания, в которых всесторонне излагалось как отрицательное, так и положительное влияние природных условий конкретной местности на состояние здоровья ее жителей.

По мнению Н.Ф. Реймерса (1992), почти одновременно с классической биологической экологией (биоэкологией) возникла экология че-

ловека. На протяжении многих лет она формировалась в двух направлениях - собственно экологии человека как организма и социальной экологии. Экология человека старше и шире по содержанию, чем социальная экология. Под названием "биология человека" это направление широко развивалось, в том числе в книгах И. И. Мечникова "Этюды о природе человека" (1903) и "Этюды оптимизма" (1907). Русский врач, профессор А. А. Остроумов в "Клинических лекциях", опубликованных в 1895 году, писал: "Предметом нашего изучения служит больной человек, нормальная жизнь которого нарушена условиями его существования". Он отмечал, что "цель клинического исследования - изучить условия существования человеческого организма в среде, условия приспособления к ней и расстройства".

Согласно известному отечественному экологу Н. Ф. Реймерсу разделение дисциплин "экология человека" и "социальная экология" следует проводить по дуалистическим качествам самого человека.

Когда речь идет об индивидууме, организме - это "экология человека" (как "аутэкология" особи). Когда рассматривается социальный ряд - это "социальная экология".

Экология человека как аутэкология особи, организма (от греч. *autos* -сам) изучает взаимоотношения организмов со средой их обитания. В основе этих отношений лежат морфофизиологические реакции организма (генотипа) человека на воздействия среды. Устанавливается влияние на организм абиотических (физических, химических), биотических и антропогенных факторов среды. Таким образом, **экология человека** - *это наука о взаимоотношениях человека (как организма) со средой его обитания.*

10.1. Человек как биологический вид

С экологических позиций человечество можно рассматривать как общемировую популяцию биологического вида, составную часть экосистемы Земли. Однако этот вид особый, существенно отличный от всех других на планете. Экологической нишей человека является вся Земля. Фундаментальные законы физики, химии, биологии и экологии распространяются на человека, и требуется дальнейшее всесторон-

нее изучение взаимосвязей человечества и природы, чтобы не допустить их кризиса и саморазрушения, обеспечить устойчивое развитие природы и общества, сохранить целостность общеземной экосистемы.

Экологическое сходство человека с другими биологическими видами на Земле проявляется в сходстве спектра экологических связей и объясняется биологическим происхождением и принадлежностью человека к миру живой природы.

Биологическая природа человека проявляется в характерном для всего живого стремлении сохранить жизнь и продолжить ее во времени и пространстве через размножение, обеспечить максимум безопасности и комфорта. Эти естественные потребности достигаются через постоянное взаимодействие человечества со средой обитания. Все люди потребляют пищу, являясь консументами I и II порядков в пищевых цепях. Они выделяют продукты физиологического обмена, утилизируемые другими организмами, участвующими в круговороте биогенных элементов (редуцентами) и т. д.

Человек - один из трех млн. известных сейчас биологических видов на Земле.

Данные сравнительной эмбриологии и анатомии ясно показывают в развитии и в строении тела человека черты сходства с животными и позволяют отнести ***вид Человек разумный*** *(Homo sapiens)* к царству животных, *типу хордовых*, *подтипу позвоночных*, *классу млекопитающих*, *подклассу плацентарных*, *отряду приматов*, *семейству гоминидов*, *роду человек* (Homo), в котором до нашего времени дожил только *один вид - Человек разумный* (Homo sapiens).

Антропология - наука о биологических особенностях вида Homo sapiens, исследующая происхождение, внутреннее и внешнее строение (морфологию), эволюцию человека, человеческие расы и их происхождение, нормальные вариации физического строения человека внутри этих рас, в том числе в связи с особенностями среды обитания людей.

В **строении тела** человека и животных много общего:

- у человека (как у хордовых) на ранних этапах эмбрионального развития внутренний скелет представлен хордой, полость глотки со-

держит жаберные щели, нервная трубка закладывается на спинной стороне, тело имеет двустороннюю симметрию;

- замена хорды на позвоночный столб по мере развития, формирование черепа и челюстного аппарата, появление скелета парных свободных конечностей, наличие пяти отделов головного мозга, формирование сердца на брюшной стороне позволяют отнести человека к позвоночным;

- как у млекопитающих, позвоночник человека разделен на пять отделов, кожа покрыта волосами и содержит потовые и сальные железы; характерно наличие диафрагмы, четырехкамерного сердца, теплокровности;

- наличие матки и питание плода через плаценту позволяют отнести человека к плацентарным;

- такие признаки, как передние конечности хватательного типа (первый палец противопоставлен остальным), наличие ногтей, одна пара молочных желез, расположение глаз в одной плоскости (обеспечивает объемное зрение), замена молочных зубов и др., позволяют отнести человека к отряду приматов;

- о родстве человека с животными свидетельствует также наличие у него атавизмов и рудиментов; ***атавизмы*** - появление у отдельных организмов данного вида признаков, которые существовали у отдаленных предков, но были утрачены в процессе эволюции; атавистические признаки, встречающиеся иногда у человека (наружный хвост, обильный волосяной покров на лице, сильно развитые клыки, многососковость и др.), свидетельствуют о том, что гены, ответственные за данный признак, сохраняются в процессе эволюции в генофонде, но их действие при нормальном онтогенезе блокировано;

- ***рудименты*** - недоразвитые органы, практически утратившие в процессе эволюции свои функции по сравнению с гомологичными органами предковых форм; в отличие от атавизмов рудименты встречаются практически у всех особей данного вида; у человека насчитывают около 90 рудиментов: червеобразный отросток (аппендикс), волосяной покров туловища, ушные мышцы, копчиковый отдел позвоночника и др.

В то же время между человеком и человекообразными обезьянами существуют **коренные отличия**:

- только человеку присуще истинное прямохождение;

- в силу вертикального положения скелет человека имеет широкий таз, плоскую грудную клетку, резкие изгибы позвоночника, сводчатую стопу, большой палец нижней конечности приблизился к остальным и принял на себя функцию опоры;

- гибкая кисть руки - органа труда - способна выполнять самые разнообразные и высокоточные движения;

- мозговой отдел черепа преобладает над лицевым;

- человек имеет очень сложно устроенный головной мозг объемом около 1000 - 1800 $см^3$; площадь коры больших полушарий составляет в среднем 1250 $см^2$, что значительно выше, чем у человекообразных обезьян;

- в мозге человека значительно развиты лобные, височные и теменные доли, в которых расположены важнейшие центры психики и речи;

- человек обладает сознанием и мышлением, создал искусство и науку.

Основные этапы **эволюции человека** отражают климатические изменения среды обитания древнейших предков человека, вызванные событиями эпох четвертичных оледенении. Традиционно, на основании скудных ископаемых данных, считалось, что расхождение эволюционных линий человека и человекообразных обезьян произошло ***20 млн. лет назад***. Но молекулярные и другие исследования, проведенные биохимиками, позволили сформировать иную точку зрения, согласно которой крупные человекообразные обезьяны и гиббоны разошлись ***10 млн. лет назад***, тогда как общий предок человека, шимпанзе и горилла жил всего лишь *6 или самое большое 8 млн. лет назад*. Ископаемые останки, найденные в последнее время, подтверждают полученные с помощью биохимии выводы о времени расхождения эволюционных линий человека и человекообразных обезьян.

Homo habilis ("человек умелый"), по общему мнению, представляет собой первый известный вид рода Homo. Этот вид существовал около *2-1,5 млн. лет назад*, а возможно, и более длительное время.

Он произошел, вероятно, от австралопитека из Афары (australopithecus afreusis) или австралопитека африканского (africaness). Человек умелый жил в Восточной Африке и, возможно в Южной Африке, Юго-Восточной Азии. Использование орудий, стадный образ жизни способствовали дальнейшему развитию мозга, возникновению речи, социальности. Эволюция физических и общественных особенностей первых людей охватывает **три этапа**: *древнейшие люди, древние люди и современные люди.*

Древнейшие люди (архантропы). К настоящему времени известно несколько ископаемых форм: *питекантроп* (обезьяночеловек), его останки были обнаружены на о. Ява в 1891 г.; *синантроп*, его останки были обнаружены в 1927 г. в пещере близ Пекина и др. Их, видимо, можно отнести к одному виду - Человек прямоходящий, группы которого жили приблизительно с 1,6 млн. до 200 тыс. лет назад. В этот период, расселяясь и попадая в новые условия существования, популяции Человека прямоходящего образовывали отдельные изолированные формы архантропов, занимающих по многим существенным признакам промежуточное положение между австралопитеком и современным человеком.

Перспективным направлением эволюции было возникновение и дальнейшее развитие способности к изготовлению орудий труда, что было взаимосвязано с дальнейшим развитием прямохождения и головного мозга. Освоение огня явилось дополнительным источником тепловой энергии и способствовало защите от диких животных. Изготовление орудий требовало понимания их назначения и способа производства.

Понятийная деятельность связана с речью и мышлением в процессе коллективной трудовой деятельности. Объем мозга архантропов (700 - 1200 $см^3$) позволял обладать примитивной речью (считают, что при массе мозга 750 г ребенок современного человека овладевает речью). Рост мужчин составлял около 160 см, возможно и более. Кости черепа очень толстые, лоб покатый, выражены надбровные валики, подбородочный выступ отсутствовал, массивные челюсти. Все это указывает на значительные отличия архантропов от современного

человека. Их эволюция осуществлялась еще под преимущественным влиянием биологических факторов.

Древние люди (палеоантропы). Эта форма занимает промежуточное положение между архантропами и ископаемыми формами Человека разумного. На этапе антропогенеза наряду с биологическими факторами эволюции начинают действовать и социальные факторы: объединение усилий особей в процессе труда, охоты и защиты, передача накопленного опыта и традиций следующим поколениям, развитие интеллекта и др. К палеоантропам относят неандертальцев (впервые их останки были найдены в долине реки Неандерталь в Германии в 1856 г.). Они были широко расселены в Европе, Африке и Азии. Неандертальцы жили в ледниковую эпоху от 250 до 35 тыс. лет назад в пещерах, группами по 50 - 100 человек. Они изготовляли разнообразные специализированные каменные орудия: ручные рубила, скребла, остроконечники и т. д. Мужчины коллективно охотились, женщины и дети собирали съедобные корни и плоды. Неандертальцы постоянно поддерживали и широко использовали огонь для приготовления пищи, одевались в шкуры.

Для *неандертальцев* характерны: небольшой рост (155-165 см); череп имел низкий скошенный лоб и затылок, большой надглазничный валик; объем мозга возрос до 1400 $см^3$, развитые лобные доли. Особенности строения нижней челюсти (слаборазвитый подбородочный выступ) указывают, что у них была зачаточная речь.

В суровых условиях климата естественный отбор способствовал выживанию любой ценой, в том числе и ценой жизни своих соплеменников. Однако трудовая деятельность требовала объединения усилий отдельных индивидуумов в процессе труда, охоты и защиты от крупных хищников. Необходимым условием являлась передача накопленного опыта и традиций последующим поколениям. Дальнейшее совершенствование коллективных взаимоотношений, развитие интеллекта способствовали успеху в совместной борьбе за жизнь и привели некоторые группы неандертальцев к формированию нового вида - *Человек разумный*.

Современные люди (неоантропы). Возникновение людей современного физического типа, сменивших древних людей, осуществи-

лось 50 - 40 тыс. лет назад. Некоторое время архантропы и неоантропы существовали совместно, а затем неандертальцы были вытеснены первыми современными людьми - *кроманьонцами* (костные останки впервые были найдены в гроте Кроманьон во Франции в 1868 г.).

В целом кроманьонцы обладали всем комплексом физических особенностей ныне живущих людей:

- рост до 180 см; мозговая часть черепа преобладала над лицевой; сплошной надглазничный валик отсутствовал;

- развитый подбородочный выступ указывал на хорошо развитую членораздельную речь;

- масса головного мозга значительно не изменилась, но наиболее развитыми оказались лобные доли и зоны, связанные с развитием речи и мышления.

Большинство исследователей полагают маловероятным *происхождение европейских кроманьонцев от неандертальцев*, так как эволюционный скачок произошел слишком быстро, судя по ископаемым находкам, которые доступны изучению. В настоящее время наиболее вероятной является гипотеза происхождения нашего подвида от архаичной формы *Homo sapiens* из Африки около 100 тыс. лет назад. Появившись в Африке, человек современного типа распространился в Азии и 30 тыс. лет назад вступил на все континенты, за исключением Антарктиды. В 1996 году английские ученые Джеймс Уэйнскот и Адриан Хилл, исследуя последовательность нуклеотидов ДНК, сделали вывод, что ***все народы мира происходят от одной маленькой группы доисторических африканцев***, связанных между собой *кровными родственными узами*. Американские ученые Р. Канн и М. Стоунинг пришли к аналогичным выводам, изучая географическое распределение генов митохондрий, передаваемых только по женской линии.

По мере того как наш подвид распространялся по всему миру, разные группы людей оказывались в различных климатических зонах. В ходе естественного отбора люди физически приспосабливались к различным природным условиям.

Продолжится ли эволюция человека? Большинство исследователей отвечают на этот вопрос отрицательно. Культурная эволюция

защитила человека от биологических перегрузок, которые устраняли слабых, медлительных и плохо соображающих особей. Физически несовершенные люди, которые 100 лет назад умерли бы в детстве, теперь выживают и дают потомство, передавая будущим поколениям свои ***генетические дефекты***. Приостановлению эволюции человека способствовала и *миграция.* Сейчас уже ни одна из групп населения Земли не живет в условиях изоляции достаточно длительное время, необходимое для ее превращения в новый вид.

Продолжительность существования большинства видов животных составляет менее 3 млн. лет. Нашему виду - самому разумному из всех – придется применить всю изобретательность, чтобы продержаться хотя бы половину этого срока.

10.2. Неотделимость человека от биосферы

Несмотря на то, что человек вышел в Космос, научился многие месяцы жить под водой, он остался биологическим видом, которому необходимы строго определенные (эволюцией) условия окружающей среды, или экологические факторы: газовый состав воздуха, набор ассимилируемых с пищей веществ (температура, режим освещенности, влажности и многое другое).

Требования любого живого организма к качеству окружающей среды консервативны. При изменении режимов факторов, отклонении тех или иных составляющих природной среды от требуемой организму нормы возможны нарушения жизнедеятельности вплоть до несовместимости этих отклонений с жизнью.

Человек входит в биотический компонент биосферы, где он связан пищевыми цепями с продуцентами, является *консументом* первого и второго порядка, гетеротрофом, пользуется готовым органическим веществом и биогенными элементами, участвует в круговороте веществ. Человек подчиняется закону физико-химического единства живого вещества (В.И.Вернадского) - живое вещество физико-химически едино. При всей разнокачественности живых организмов они настолько физико-химически сходны, что вредное для одних не

может быть абсолютно безразлично для других (могут только отличаться выносливостью).

Для человека выполняется **закон соответствия условий среды генетической предопределенности организма**: вид организмов может существовать до тех пор и постольку, поскольку окружающая его природная среда соответствует генетическим возможностям приспособления этого вида к ее колебаниям. Каждый вид возник в определенной среде и дальнейшее его существование возможно лишь в ней. Резкое изменение среды жизни может привести к тому, что генетические возможности вида окажутся недостаточными для приспособления к новым условиям жизни.

В связи с этим **преобразования** природы человеком уже **опасны** для ныне существующих видов, в том числе для самого человека, также представляющего собой, хотя и особый, но биологический вид.

Биосфера является единственным местом обитания человека и других живых организмов. Из теорий В.И.Вернадского и ряда других ученых следует закон незаменимости биосферы. Биосфера - это единственная система, обеспечивающая устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях. Нет никаких оснований надеяться на построение искусственных сообществ, обеспечивающих стабилизацию окружающей среды в той же степени, что и естественные сообщества. Именно неотделимость человека от биосферы указывает на главную цель построения ноосферы. Она заключается в сохранении того типа биосферы, в которой возник и может существовать человек как биотический вид, сохраняя свое здоровье и жизнь.

10.3. Нормы и типы реакций человека на действие факторов среды

Норма реакции - это предсказуемое изменение состояния системы (организма) при определенном уровне воздействия. Норма реакции человека определяется его генотипом.

Генотип представляет собой совокупность наследственных признаков организма, полученных от родителей, это наследственная

программа развития. Взаимодействие генотипа индивида со средой формирует его фенотип.

Фенотип - это совокупность признаков и свойств организма, проявляющихся при взаимодействии генотипа со средой обитания. Можно говорить о фенофонде человека как отражении взаимодействия его генофонда с окружающей средой.

Наличие большой изменчивости Homo sapiens является хорошо известным научным и житейским фактом.

Изменчивость - способность организмов реагировать на воздействия факторов среды морфофизическими изменениями, может быть наследственная и ненаследуемая (модификационная).

Модификация - ненаследуемое изменение фенотипа, возникающее под влиянием факторов внешней среды в пределах нормы реакции генотипа.

Модификационная изменчивость - это изменчивость фенотипа. Реакция конкретного генотипа на разные условия среды обитания.

Мутация - наследуемое изменение генотипа; мутации могут быть полезными и вредными.

Экологическая пластичность представляет собой степень выносливости организма к воздействию факторов среды. Стабильность Homo sapiens как вида определяется наследственностью: *"Подобное рождает подобное".* (Человек рождает человека, мышь рождает мышь и т.д.). Наследственность - свойство организма передавать потомству генетическую программу из поколения в поколение.

Новый организм человека образуется при слиянии яйцеклетки и сперматозоида - половых клеток человека. **Хромосома** - самопроизводящийся структурный элемент ядра клетки, содержащий ДНК, в которой заключена генетическая (наследственная) информация. Половые клетки содержат одинарный (гаплоидный) набор, аутосомы - чаще двойной (диплоидный) набор хромосом. **Аутосомы** - хромосомы, которые определяют все признаки данного человека, кроме половых. Половые клетки содержат 23 хромосомы (22 аутосомы и 1 половая хромосома). Все остальные клетки человеческого тела имеют 46 хромосом, из них 44 являются аутосомами, а 2 - половыми хромосомами. Количество хромосом в клетках человека должно быть строго ста-

бильным, отклонения всегда ведут к патологии; вредные факторы среды часто их индуцируют.

Патология - это отклонения от нормы, уродство, в переносном смысле - любое заболевание. Деградация генома - устойчивое ухудшение структуры и функционирования, ведущее к гибели Homo sapiens как биологического вида.

Таким образом, каждый человек обладает эколого-генетической индивидуальностью. Эколого-генетическая индивидуальность - уникальный неповторимый генотип и фенотип каждого человека (кроме однояйцевых близнецов) и соответствующая ему экологическая ниша.

10.4. Высшая нервная деятельность человека.

Особый раздел физиологии изучает материальные основы психической деятельности человека. Он появился благодаря работам **И. П. Павлова**, создавшего учение о безусловных и условных рефлексах как двух различных формах поведения человека.

Безусловные рефлексы — видовые генетические, закрепленные, стереотипные формы поведения человека. Возникают сразу, не нуждаются в выработке (например, врожденные пищевые и оборонительные рефлексы).

Условные рефлексы — индивидуально приобретенные в процессе жизни и обучения приспособительные реакции, возникающие на основе образования временной связи между условным раздражителем к безусловнорефлекторным актом. Условный рефлекс образуется благодаря многократному сочетанию условного раздражителя со стимулом, вызывающим безусловный рефлекс.

Правила образования условных рефлексов:

- условный сигнал опережает по времени безусловное подкрепление;

- по силе он не должен быть больше, чем безусловное подкрепление;

- отсутствие посторонних раздражителей;

- здоровая нервная система;

- у человека — мотивация (потребность к учению, приобретению знаний, навыков).

Значение условных рефлексов в том, что эта форма приобретенного поведения есть возможность для развития, обучения, приобретения навыков, умений, знаний на основе индивидуального опыта.

Условные рефлексы вырабатываются в **2 стадии**: 1) генерализация,2) специализация.

В основе *стадии специализации* условных рефлексов лежит ***торможение***. Оно может быть внешним *(врожденным)* или внутренним *(приобретенным).*

Внешнее торможение может быть вызвано посторонним для данного условного рефлекса внешним сигналом. Внешнее торможение всегда начинается с ориентировочной реакции, не нуждается в выработке, развивается вне структур временной связи.

Различают несколько видов ***внутреннего торможения***. Оно нуждается в выработке, является более сложным, затрагивает структуры временной связи, служит как для упрочения условных рефлексов, так и для их постепенного угасания, если условный рефлекс теряет свою биологическую значимость.

Данный раздел науки изучает такие сложные проявления психики человека, как память, эмоции, внимание, сознание, мышление и другие. Это высшие психические функции.

Сознание — это высшая форма отражения мозгом человека окружающего мира, т. е. это такое знание, которое может быть передано другим людям в форме слов, математических символов и т. д.

Особенностью психических функций человека является наличие ***2-й сигнальной системы***. Это особые условные рефлексы, вырабатываемые на слово (*1-я сигнальная система — это конкретные образцы окружающего мира).*

Слово — это обобщающий сигнал, заменяющий конкретный предмет, явление. У человека благодаря 2-й сигнальной системе формируется абстрактно-логическое мышление. Предпосылками для этих функций являются: оптимальное кровоснабжение мозга; оптимальный уровень возбудимости нервных центров.

При низком уровне возбудимости сознание отсутствует (наступает сон). Поддержание оптимального уровня возбудимости нервных центров достигается благодаря активирующим влияниям ретикулярной (сетчатой) формации среднего мозга.

В самостоятельную группу явлений выделяют ***неосознаваемые психические процессы*.**

Сознание и подсознание — взаимосвязанные формы психической деятельности, которые осуществляются на уровне коры и подкорки.

Возникновение реакций на уровне сознания зависит от оценки значимости сигнала на уровне подсознания. Рассмотрим следующие варианты:

а) если сигнал из подкорки информации не несет, то он тормозится в коре;

б) если сигнал требует шаблонного ответа, то возникает реакция, которая осуществляется по автоматическому типу;

в) если сигнал оценивается как значимый, то возникает активация коры, и реакция носит осознанный характер.

Речь — это исторически сложившаяся форма общения людей с помощью символов и знаков. ***Функции речи:***

- коммуникативная, т. е. средство общения;
- понятийная (слово — понятие);
- регуляторная — регуляция деятельности различных систем с помощью слова.

Этапы речевого общения:

- воспроизведение речи, выражающееся в акустической (по слуху) и зрительной (письменной) речи;
- восприятие речи — понимание ее;
- речевой ответ.

Разновидности речи:

- устная;
- письменная;
- внутренняя (немая).

В выполнении речевой функции левому полушарию коры больших полушарий головного мозга принадлежит господствующая роль.

Правое полушарие доминирует в отношении восприятия предметов, геометрических фигур, деталей образов. Эта межполушарная асимметрия доказана клинико-патологоанатомическими данными. Так, в частности, Брока выявил нарушение речи, связанное с поражением нижней лобной извилины. Вернике показал, что существует так называемая ***сенсорная афазия*** при поражении задних отделов верхней височной извилины. При этом страдает восприятие речи на слух.

Межполушарную асимметрию при зрительном восприятии доказали также опыты Сперри с так называемым расщепленным мозгом. *У правшей в 75 % случаев доминирует левое полушарие.* Люди с доминирующим левым полушарием тяготеют к теории, имеют большой словарный запас, им присущи двигательная активность, целеустремленность, способность прогнозировать события.

"*Правополушарный" человек* (доминирует правое полушарие) тяготеет к конкретным видам деятельности, он медлителен и неразговорчив, склонен к созерцательности и воспоминаниям.

Внимание — это сосредоточенность, избирательная познавательная направленность процессов, нацеленная на определенный объект, значимый в данный момент.

Физиологический механизм внимания — это, во-первых, ориентировочный рефлекс, который заключается в установке анализаторов на объект, а во-вторых, локальные процессы активации, основанные на изученном А. А. Ухтомским явлении *доминанты*. Выявлены свойства доминирующего ***очага возбуждения***:

— суммация;

— высокая возбудимость;

— стойкость;

— инертность.

Различают два вида внимания: ***непроизвольное и произвольное***. Непроизвольное внимание в основном связано с возбуждением подкорковых образований. Произвольное внимание обеспечивает сложные взаимосвязи коры больших полушарий с особой структурой ствола мозга — ретикулярной (сетчатой) формацией.

Различают следующие ***стадии внимания***:

- расслабление, бодрствование;

- избирательное внимание;

- рассеянное внимание (трудность сосредоточения).

Функцию внимания обеспечивают различные анатомические структуры головного мозга, но главную роль играют промежуточный мозг (зрительный бугор и подбугорье) и ассоциативные зоны коры больших полушарий.

Память. Память — это способность мозга запоминать, хранить и воспроизводить полученную информацию.

Различают несколько видов памяти:

- мгновенную (иконическую) — она длится несколько секунд;

- кратковременную (длится до двух-трех дней);

- долговременную (от двух-трех дней до конца жизни человека).

При некоторых заболеваниях мозга человек теряет способность запоминать события, происходящие незадолго до и во время болезни. Это симптомы так называемой ретроградной амнезии. Полная потеря памяти называется ***антероградной амнезией***. Ученых издавна интересовали физиологические механизмы различных видов памяти. Так, относительно механизмов кратковременной памяти существует теория, что она реализуется в виде многократной циркуляции потоков импульсов по замкнутым цепям нейронов. Эта теория подтверждена морфологическими данными о наличии в сетях нейронов множественных соединений, образующих круговые пути. В ходе запоминания происходит активация этих путей и многократное возбуждение нервных клеток. Процесс перехода кратковременной памяти в долговременную называется **консолидацией.**

В отличие от кратковременной ***долговременная память*** хранит следы пережитых событий неопределенно долго. Она и является носителем жизненного опыта и знаний, приобретенных человеком. О субстрате долговременной памяти существуют разные мнения. Одна из теорий объясняет происхождение долговременной памяти повышением эффективности синапсов (контактов между нейронами) и образованием новых. Другая теория (химическая) базируется на многочисленных опытах и наблюдениях во время обучения. Например, показательные опыты с крысами, которые обучались добираться к пище, балансируя на проволочном мостике. У этих крыс в нервных клетках,

ответственных за выполнение двигательного навыка, произошло изменение состава РНК (рибонуклеиновой кислоты)

Можно ли передать память другому организму (т. е. перенести память)? Начало исследованиям в этой области положил опыт с плоскими червями — планариями, которых кормили особями с предварительно выработанным рефлексом. При этом у опытных червей наблюдали ускоренную выработку рефлекса. В качестве переносчика памяти в этих опытах также рассматривается РКН.

Из мозга крыс, обученных избегать темноты, было выделено вещество *скотофобин*, состоящее из 15 аминокислот. У таких крыс, оказавшихся в темноте, он вызывал реакцию стресса. Однако концепции переноса памяти не являются общепризнанными.

Вопрос о влиянии экстрактов мозга обученных животных на поведение необученных требует дальнейшего исследования.

Мышление — это сложнейший вид мозговой деятельности человека в процессе приспособления к новым условиям и решения новых жизненных задач.

Процессы мышления сводятся к образованию общих представлений и понятий, а также суждений и умозаключений.

По мнению ученых, ***мысль*** является сложнейшим обобщенным отражением действительности. *Внешняя речь, постепенно концентрируясь, становится основой глубинного процесса, который на конечных этапах превращается в мысль.*

10.5. Человек - биосоциальный вид

Человек как биосоциальный вид - *человечество подчиняется и законам биологическим, и законам социальным, поэтому человек на Земле - единственный биосоциальный вид.* Человек - уникальное явление, он осуществил переход от биологических процессов к социальным. Очень важной была роль социальности на ранних этапах развития общества. *"Те общества, которые имели наибольшее число сочуствующих друг другу членов, должны были процветать больше и оставить после себя более многочисленное потомство"*

(Ч.Дарвин). Именно *отбор по **"генам альтруизма"** вывел "человека в люди"* (Дж.Холдейн).

Основа возникновения человека разумного как вида - *это альтруистические наклонности, определявшие преимущество их обладателей в условиях коллективной жизни.*

Роль труда в процессе возникновения Человека разумного, производство различных орудий являлось гранью, отделяющей человека от человекоподобных обезьян.

Культурная эволюция человека заключалась в том, что все знания передавались следующим поколениям не автоматически, а с помощью обучения, так путем "наследования приобретенного", осуществляется социальное развитие, закономерности которого оказываются совершенно иными, нежели закономерности биологической эволюции.

Усиление коллективного разума происходило путем накопления, хранения, передачи информации, что способствовало овладению все более широким спектром условий среды.

Таким образом, экологические отличия человечества от других биологических видов - отчетливо выраженная **социальность**, обусловленная способностью к согласованным общественным действиям, энерговооруженность, разнообразные орудия труда. Это позволяет рассматривать взаимосвязи "общество-природа" как социально-экологические.

Социальные факторы антропогенеза (трудовая деятельность, общественный образ жизни, речь и мышление) приобрели важное значение в эволюции человека.

Социальная эволюция *человека сложилась на фундаменте биологической эволюции, в частности, эволюции нервной системы.*

Нервная система регулирует работу органов, осуществляет согласованную деятельность разных систем органов, обеспечивает связь организма с внешней средой, а также сознательную деятельность человека.

10.6. Биоэтика и поведение человека

Рождается ли человек ***безморальным*** (с сознанием, как чистый белый лист бумаги) и только воспитание прививает ему некие принципы, выработанные когда-то рационалистами, или же мы появляемся на свет с каким-то набором врожденных чувств и представлений о том, что хорошо и что плохо, а воспитание их только развивает и направляет?

Биоэтику (или сложные поведенческие программы, присущие животному миру) *следует рассматривать как естественное обоснование человеческой морали*. Ведь много признаков, присущих человеку, генетически обусловлено. И только часть человеческих черт обусловлена воспитанием, образованием и другими факторами внешней среды обитания. Поэтому суть эволюции составляет процесс передачи генов от поколения к поколению. Все человеческие действия — это его поведение. Хронометрия человеческого поведения показывает, в какой значительной степени биологично все наше поведение.

С помощью ***биоэтики*** можно ответить на вопрос о происхождении таких важнейших проявлений человеческого разума, как мораль и этика.

В какой степени верна эта гипотеза?

Отвечая на этот вопрос, следует учитывать, что этологи (или специалисты по поведению животных) открыли у животных (и не только у высших) большой *набор инстинктивных запретов,* необходимых и полезных в общении с сородичами.

Что мораль не чужда животным, люди могли знать многие тысячи лет, ведь рядом с ними была собака. Каждый, воспитывая собаку, может убедиться, как легко можно привить ей некоторые наши этические правила, которые ей исходно совершенно чужды — *понятливость и послушность*. Но если бы собаке были присущи только эти качества, мы называли бы ее своим четвероногим рабом. А мы зовем ее *другом*. Ведь помимо придуманной нами для нее этики, мы чувствуем в хорошей собаке ее собственную мораль, во многом совпадающую с нашей. Скажем, вы спокойно оставляете ребенка на попечение

вашей собаки, страшного хищника, способного растерзать даже взрослого и сильного человека. А почему? Потому, что вы доверяете ей. Доверяете устойчивым принципам ее поведения. Ведь собака, как и человек с моральными устоями, не может обидеть самку или детеныша, готова рисковать жизнью за товарища, уважает смелость и прямоту и презирает трусость и обман. Она очень тонко чувствует, когда ее хозяин чем-то расстроен, и способна на проявление чуткости и сопереживания.

Так что же такое *мораль животных* (или основные принципы биоэтики)? По мнению выдающегося австрийского этолога Конрада Лоренца, это — создание естественным способом врожденного запрета выполнять обычные программы поведения в некоторых случаях, возникающих при общении с себе подобными. Значит, полезный необходимый инстинкт остается неизменным (у хищника это загонять добычу, убивать ее, рвать на части и прочее), но для особых случаев, где часто проявление было бы вредно, вводится специально созданный *механизм торможения*. Любопытно, что культурно-историческое развитие человеческого общества происходит аналогичным образом, ведь важнейшие требования всех моральных заповедей и кодексов — это не *предписания*, а именно *запреты.* Как врожденные механизмы и ритуалы, препятствующие асоциальному поведению животных, так и человеческие табу определяют поведение, аналогичное истинно моральному лишь с функциональной точки зрения, во всем остальном оно также далеко от морали, как животное от человека.

Все эти врожденные запреты возникают под жестоким давлением отбора ради выполнения задачи сохранения вида.

К важнейшим из таких запретов относятся следующие:

1. *"Не убей своего"* — первый и основополагающий запрет у очень многих видов. Чтобы выполнять его, необходимо безошибочно узнавать своих, безошибочно отличать их от чужих. Интересно, что если, скажем, галки, гуси и обезьяны узнают друг друга персонально, то члены крысиного клана, точно так же как пчелы и другие общественные насекомые, отличают своих сородичей от чужих по общему запаху. У человека тоже есть манера делить всех окружающих на своих и чужих.

2. Второй запрет непосредственно вытекает из первого — чтобы не убить своего и не быть убитым им, *нельзя нападать неожиданно и сзади*, без предупреждения и без проверки, нельзя ли разрешить возникший конфликт без схватки. Например, собакам, чтобы познакомиться, важно обнюхать друг друга, а безопасно это можно сделать только четко фиксированным образом.

Человеческий ритуал выполняет, в целом, те же функции, что и ритуализированные инстинктивные действия животных. Следует особо отметить, что ритуал — это специальная форма взаимодействия, изобретенная людьми для удовлетворения потребности в признании среди "своих". Потребность в признании — это первая потребность, с которой начинается взаимодействие людей; без ее насыщения невозможно удовлетворить другие потребности. Ведь если потребность в признании не реализуется, то начинает раздаваться агрессивное поведение по отношению к "нераспознающему" человеку, который становится "чужим". *Ритуал* (и в частности ритуал знакомства или принятия в число своих) и призван снять эту "агрессию" и удовлетворить эту необходимость в признании хотя бы на минимальном уровне.

3. У хорошо вооруженных природой животных есть *запреты применять смертоносное оружие или убийственный прием в драке со своими.* Волк может убить оленя и даже лося одним ударом клыков, разорвав горло или пах. Но в драке с другим волком он этого приема применить не может. Таким образом, возникает удивительный парадокс: наиболее кровожадные звери (и прежде всего волк) обладают самым надежным механизмом торможения, запрещающим убийство или ранение сородичей, которые только есть на земле. Этот механизм торможения, препятствующий асоциальному поведению животных, является врожденным, поэтому животное, у которого поломали данный механизм, лишь в известном смысле можно назвать "аморальным" по отношению к своим сородичам. Любопытно, что когда человек пытался одолеть своего самого совершенного и успешного биологического противника — *крысу,* то самые успешные попытки были связаны с возможностью сломать этот механизм торможения агрессии против своих сородичей. Дело в том, что крысы в определенном смысле самые "общественные" животные, сплоченные в сообщество "коллекти-

вистской психологией", и в своем поведении с членами собственного сообщества являются истинным образцом всех социальных добродетелей. *Крысы непобедимы*, потому что внутри большой стаи никогда не бывает серьезной борьбы, причем наиболее защищенными себя чувствуют детеныши и слабые животные. Кроме того, крысы пользуются теми же методами, что и человек, — традиционной передачей опыта и его распространением внутри тесно сплоченного сообщества.

4. Следующий запрет, опять-таки более абсолютный у сильно вооруженных животных (в основном хищников), не позволяет бить того, кто принял позу покорности. Как более слабому и проигравшему в схватке животному остановить распаленного в драке победителя? Это — предложить ему нарушить предыдущий запрет на применение смертельного приема.

Почему же у человека нет врожденных ограничений на приемы драки? К. Лоренц пишет, что "можно лишь пожалеть о том, что человек как раз не имеет "натуры хищника". *Большая часть опасностей*, которые ему угрожают, происходит оттого, что по натуре он сравнительно безобидное всеядное существо, у него нет естественного оружия, принадлежащего его телу, которым он мог бы убить крупное животное. Именно поэтому у него нет и тех механизмов безопасности, возникших в процессе эволюции, которые удерживают всех "профессиональных" хищников от применения оружия против сородичей.

5. И, напоследок еще один очень важный принцип поведения, характерный для многих животных: *победа с тем, кто прав*. Животное, защищающее свою территорию, свою нору, свою самку, своих детенышей, почти всегда выигрывает в конфликте. Даже у более сильного и агрессивного соперника. И не только потому, что отчаянно обороняется и яростно нападает, но и потому, что противник заранее *психически ослаблен.* Его агрессивность сдерживает запрет, тот самый, который на юридическом языке называют *неприкосновенностью жилища, личной жизни и имущества.*

Ну и какой вывод можно сделать из этих любопытных фактов и закономерностей? Хотя аналогии между описанным выше "социальным и нравственным" поведением некоторых животных и человека известны давно и многим, но выводы делаются различные и даже диа-

метрально противоположные. Так, логика рассуждения сторонников *этологической трактовки социальных явлений* (К. Лоренц, Р. Ардри, Дж. Скотт и др.) сводится к следующему: *поскольку общепризнанно, что человек произошел от животного мира и наши животные предки прошли через длительную эволюцию*, прежде чем стали тем, что мы называем Homo Sapiens, *постольку,* считают они, *человек должен обладать и всеми теми свойствами, которые присущи животным, включая и биологическую основу мотивации его агрессивного поведения.* Сравнительно недавно возникшая социобиология доходит даже до утверждения, что в основе всех форм социального поведения человека лежат врожденные структуры, присущие ему так же, как и всем другим представителям животного мира. Так, наш образ жизни, который, как мы считаем, создали мы сами, *на самом деле в значительной мере определяется нашими генами*. Социобиология утверждает, что все живые существа постоянно конкурируют между собой, стремясь обеспечить себе наилучшие шансы на успешную передачу своих генов, г. е. носителей наследственных признаков.

Человек генетически запрограммирован на совершение насильственных действий, доказывает *Р. Ардри,* он бессилен против инстинктов собственной природы, которые неотвратимо приводят его к социальным конфликтам и борьбе.

Исследователи же, стоящие на *марксистских позициях* (например, австрийский философ *Вальтер Холличер),* считают, что *человек далеко ушел от животного мира*. А значит, распространять закономерности последнего на человеческое поведение, его мотивы и механизмы, с научной точки зрения, абсолютно бесперспективно. Человек, как подчеркивал К. Маркс, "только в обществе может развивать свою истинную природу, и о силе его природы надо судить не по силе отдельных индивидуумов, а по силе всего общества". Значит, человек как полностью отделившееся от животного мира общественное существо, обладает характерными, специфическими только для него чертами и признаками.

Очевидно, что диалектический подход к изучению поведения человека, исходя из двойственной его природы, *должен включать как преемственное, и как проявление нарушения преемственности.*

Исследование целостного феномена власти показывает, что *государственная власть своими корнями уходит в биосоциальную эволюцию предков человека*. Мы здесь исходим из тезиса, что "ничто не рождается из ничего". Отечественные ученые М. Бутовская и Л. Файнберг на основе изучения предпосылок возникновения человеческого общества пришли к следующему выводу о существовании у приматов социальной организации различной модификации. На наш взгляд, правомерно говорить об аналогиях между *биологическими и социальными свойствами*, в частности, об определенном параллелизме между биологически обусловленным неравенством и иерархией *в сообществах высших животных и государственной властью*.

Базовым функциональным назначением как индивида, так и группы является *сохранение видового генотипа* вообще и генотипа данной популяции в частности. И групповые, и индивидуальные поведенческие реакции варьируются в пределах от ярко выраженного эгоизма до альтруизма (разумеется, термины "эгоизм" и "альтруизм" применяются в данном случае весьма условно и не содержат всего набора смыслов, обусловленных развитием человеческой культуры).

Главный вывод, который делает биоэтика, заключается в том, что в нашем поведении помимо действий, порожденных разумом, есть действия, мотивированные древними врожденными программами, доставшиеся нам от животных предков.

Но, конечно же, поведение человека не ограничивается этими врожденными животными программами. Ведь человек живет и действует, побуждаемый множеством потребностей.

***А. Маслоу**,* один из ведущих психологов США в области исследования мотивации, разработал "иерархию" потребностей человека. Она состоит из следующих ступеней: **ступень 1** — физиологические потребности — это низшие, управляемые органами тела потребности — дыхательная, пищевая, сексуальная, потребность в самозащите. **Ступень 2** — потребность в надежности — стремление к материальной надежности, здоровью, обеспечению по старости и т. п. **Ступень 3** — социальные потребности. Удовлетворение этой потребности не объективно и трудно описуемо. Одного человека удовлетворяют очень немногие контакты с другими людьми, в другом человеке эта потреб-

ность в общении выражается очень сильно. **Ступень 4** — потребность в уважении, осознании собственного достоинства — здесь идет речь об уважении, престиже, социальном успехе. Вряд ли эти потребности удовлетворяются отдельным лицом, для этого требуются группы. **Ступень 5** — потребность в развитии личности, в осуществлении самого себя, в самореализации, самоактуализации, в осмыслении своего назначения в мире.

Рисунок 22. Иерархия потребностей

Маслоу выявил следующие *принципы мотивации человека*:

- мотивы имеют иерархическую структуру;

- чем выше уровень мотива, тем менее жизненно необходимыми являются соответствующие потребности, тем дольше можно задержать их реализацию;

- пока не удовлетворены низшие потребности, высшие остаются сравнительно неинтересными. С момента удовлетворения низшие потребности перестают быть потребностями, т. е. они теряют мотивирующую силу;

- с повышением потребностей повышается готовность к большей активности. Таким образом, возможность к удовлетворению высших потребностей является большим стимулом активности, чем удовлетворение низших.

Маслоу отмечает, что нехватка благ, блокада базовых и физиологических потребностей в еде, отдыхе, безопасности приводит к тому, что эти потребности могут стать для обычного человека ведущими *("Человек может жить хлебом единым, когда не хватает хлеба").* Но если базовые, первичные потребности удовлетворены, то у человека могут проявляться высшие потребности, метамотивации (потребности к развитию, к пониманию своей жизни, к поиску смысла своей жизни). Для многих людей присущи так называемые "неврозы существования", когда человек не понимает, зачем живет, и страдает от этого.

Если человек стремится понять смысл своей жизни, максимально полно реализовать себя, свои способности, он постепенно переходит на высшую ступень личностного саморазвития.

"Самоактуализирующейся личности" присущи следующие особенности:

- полное принятие реальности и комфортное отношение к ней (не прятаться от жизни, а знать, понимать ее);

- принятие других и себя ("Я делаю свое, а ты делаешь свое. Я в этом мире не для того, чтобы соответствовать твоим ожиданиям. И ты в этом мире не для того, чтобы соответствовать моим ожиданиям. Я есть я, ты есть ты. Я уважаю и принимаю тебя таким, какой ты есть");

- профессиональная увлеченность любимым делом, ориентация на задачу, на дело;

- автономность, независимость от социальной среды, самостоятельность суждений;

- способность к пониманию других людей, внимание, доброжелательность к людям;

- постоянная новизна, свежесть оценок, открытость опыту;

- различение цели и средств, зла и добра *("Не всякое средство хорошо для достижения цели");*

- спонтанность, естественность поведения;

- юмор;

- саморазвитие, проявление способностей, потенциальных возможностей, самоактуализирующее творчество в работе, любви, жизни;

- готовность к решению новых проблем, к осознанию проблем и трудностей, своего опыта, к подлинному пониманию своих возможностей.

Если человек достиг *уровня самоактуализации*, то у него *высшие потребности начинают доминировать над низменными.* Это только в начале жизненного пути: если у человека нет хлеба, то он будет жить только для того, чтобы этот хлеб раздобыть. Когда же человек *осознал свое предназначение в мире*, то он может ограничиться минимумом воды и хлеба. *Только человек, знающий, для чего он живет, может быть настойчивым и последовательным, терпеливым и постоянным, уверенным в себе и справедливым.*

Для самоактуализации необходимо добиваться поставленных целей, понять свое место в жизни и следовать божественной предначертанности. Чтобы достичь поставленных целей, необходимо не поддаваться всему тому, что может помешать поставленной задаче; причем, если спортсмен показывает возможности тела, то *самоактуализация — это высший показатель возможностей духа.* Смысл жизни человека состоит в максимально полном развитии, развертывании всех заложенных от бога талантов, зачатков и способностей. Самоактуализация и есть полное использование всех возможностей человека. Обычно человек стремится выразить себя в той области, в которой он обладает наибольшими задатками и способностями.

Но далеко не каждая область человеческой деятельности способствует раскрытию творческих способностей. *Тяжелый физический монотонный нетворческий труд, на который обречена значительная часть человечества, не раскрывает, а, напротив, губит имеющиеся способности*. Подлинное наслаждение приносит только *творческая работа*. Наибольшую возможность для взлета мысли, для развертывания потенциально безграничных духовных возможностей человека представляют наука и искусство. Видимо, тем и объясняется тот *факт, что все большее количество людей стремится получить такую работу, где есть больше возможностей для творчества, соглашаясь при этом даже на более низкую зарплату. Стремление добиться уважения со стороны других людей — один из движущих*

мотивов в процессе поиска смысла жизни, в особенности в тех областях, в которых имеется большая возможность для творчества.

Можно сказать, что каждый человек имеет внутреннюю потребность стать всем тем, кем он может и по своей свободной мотивации должен стать. *Творческая работа* человека над самим собой — главный механизм удовлетворения данной потребности. Однако, в отличие от других существ, человек как потенциально безграничное, космическое создание природы в принципе не может реализовать себя в полной мере. Это приводит к неудовлетворенности жизнью, которая выступает побудительной причиной творческой деятельности. Вроде бы все просто и ясно, и мало кто оспаривает утверждение, согласно которому *назначение любого человека — всесторонне развивать свои способности и дарования.* Это может стать целью любой жизни.

Но можно ли назвать эту цель высшей? Встает детский такой вопросик, — а для чего развивать свои способности, для какой высшей цели? Это и есть один из основных вопросов философии. Еще Иммануил Кант заметил, что философия должна ответить всем на два вопроса: кто мы такие? и куда мы идем? Очевидно, что данный круг вечных или "роковых" вопросов стимулируется осознанием человеком конечности своего существования. Смерть низводит человека к этим вопросам, властно побуждает напрягать ум и волю в поисках ответа на них.

Очевидно, что проблема смысла и цели человеческого бытия, проблема жизни и смерти — это центральная проблема философии.

Естественно, когда каждый человек — это отдельное звено в бесконечной цепи всего человечества, то довольно легко определить смысл существования и этого отдельного звена — ведь без него разорвется цепь. Но те же *материалисты утверждают, что смертен не только отдельный человек, но и все человечество*. Вообще ничего нет вечного под солнцем. Да и солнце рано или поздно потухнет, и не спасет человечество даже космический перелет в другую галактику, потому что и другая галактика рано или поздно взорвется, а в конце концов и вся Вселенная сожмется обратно в бесконечно малую величину. Известно, что в соответствии с концепцией универсального эволюционизма, 15—20 млн. лет назад все вещество нашей Вселенной

концентрировалось в *"сингулярности"* — определенном физическом состоянии, не подчиняющемся обычным законам физики. Вся материя была сконцентрирована в необычайно малом объеме с гигантской плотностью и чудовищной температурой. Новейшие исследования показывают, что эта "сингулярность" была создана из ничего. И вот из этого "ничего" все и возникло, чтобы по истечении определенного времени в это "ничто" превратиться снова.

Жизнь противоположна безжизненности, а смерть противоположна рождению, ибо смерть и рождение — полюсы и границы человеческой жизни, ее пределы. Смерть *даже более необходима, чем рождение,* так как тот или иной человек мог и не родиться, поскольку его рождение зависело от многих случайностей. Но раз он родился, то уже ничто не может спасти его от смерти. "Против смерти нет никаких средств", — писал Ф. Энгельс.

Все понимают, что человек в своем физическом теле не может жить вечно, но отношение людей к этому факту различно. Одни считают, что ценность жизни очень мала из-за ее ограниченности. И как было бы хорошо, если бы человек мог жить вечно... Но человек нерасторжимыми узами связан со своим поколением, с окружающей его с детства социальной средой, а все это — с конкретным историческим временем. И человек не может выпрыгнуть за границы своего времени и своего поколения. А если кому это и удается, то счастья не приносит. Одну 105-летнюю англичанку спросили: "А у Вас есть враги?" — "Нет, — с грустью ответила она, — ни одного не осталось. Они все умерли, как, впрочем, и все друзья". Но человек в принципе никогда не может примириться с необходимостью своего ухода из этого мира. И, очевидно, лучший выход из ситуации, которую мы изменить не в силах — это изменить свое к ней отношение. Ведь ограниченность жизни побуждает людей ценить и беречь время, жить интенсивно и насыщенно. Мысль о бесконечности жизни, о бесконечности будущих наслаждений сделала бы людей равнодушными к сегодняшней радости, к сегодняшнему удовольствию. Философы не без основания считают, что все великое и нужное всем создано людьми, которые хотели *успеть* совершить что-то значительное, которые стремились оставить свой след в истории, увековечить свое имя в памяти потомков.

По мнению академика Н. Дубинина, в основе развития и общечеловеческого прогресса лежит процесс смены поколений. Индивид, отдавший все для развития вида (человечества), должен уйти. Мавр сделал свое дело — Мавр должен умереть. По мнению Дубинина, *личное бессмертие человека явилось бы непреодолимой преградой на пути духовного развития человека*.

Живая природа устроена так, что жизнь питается жизнью, т. е. жизнь поддерживается смертью. Так, если взглянуть на проблему смерти с точки зрения биолога, то она неотделима от жизни. И дело не в том, что смерть следует за жизнью, а в том, что смерть обеспечивает саму жизнь. Наиболее ярким примером этого служат клетки нашей кожи, его наружного слоя. Поверхностные клетки кожи являются мертвыми. Это полупрозрачные кристаллы, которые скреплены друг с другом тонким слоем жира. Эти клетки наполнены кератином. Они в определенное время мертвеют, а потом и вовсе сбрасываются кожей, а на их место приходят другие. Все это — плановый процесс, процесс непрерывного умирания ради жизни. Эти мертвые клетки, словно гибкий панцирь, защищают находящиеся под ним нежные ткани. Такая защита необходима, поскольку истинно живые клетки не могут переносить непосредственного соприкосновения с воздухом. Кристаллические клетки панциря образуются из живых клеток ткани: они постепенно вытесняются на поверхность кожи, где должны выполнять свою миссию уже не в живом, а мертвом состоянии. Но ведь в этом мертвом состоянии они выполняют жизненно важные для всего живого организма функции. Как же тогда понимать смерть? В функциональном плане она часть жизни, не так ли? Кстати, эти клетки не просто умирают по причине какого-либо неудобства или недостатка. Они сами убивают себя именно для того, чтобы, перейдя в неживое состояние, обеспечивать выполнение организмом своих жизненных функций. Еще до того как клетка выйдет на поверхность кожи, у нее начинается подготовка к своей новой функции — образованию панциря. С этой целью *сама клетка вырабатывает яд для себя же. Ядом служит фиброзный кератин*. Так постепенно вся клетка наполняется роговым веществом.

Таким образом, трудно непроницаемым барьером отделить жизнь от смерти. Если эти клетки мертвые, то "наше тело буквально укрыто смертью". Ведь мы ежедневно сбрасываем с себя *полмиллиона мертвых клеток*. Собственно, все, что можно видеть в нас — мертво. Жизнь спрятана под этой мертвой оболочкой. Как-то неловко от такого заключения. Поэтому не лучше ли отказаться от такого категорического определения смерти и считать, что мы живы целиком, а не частично.

На примере клеток кожи видно, что отмирание, *смерть является неотъемлемой частью жизни.* Но это касается не только клеток кожи. Новые клетки в живом организме образуются непрерывно. Их образуется во взрослом организме ровно столько же, сколько отмирает. Так организм непрерывно обновляется. Это все идет планово, и смерть клеток не является чем-то нежелательным, какой-то трагедией. Отнюдь нет. Даже наоборот — трагедией было бы, если бы они не отмирали. Значит, *смерть обеспечивает нормальное развитие жизни.*

Что касается проблемы бессмертия, то философ А К. Манеев, основываясь на некоторых данных современной науки, пришел к заключению, что "...*идеал достижимости индивидуального бессмертия и даже признание наличия во Вселенной биосистем*, уже обладающих бессмертием, надежды человечества на встречу в космосе с братьями по разуму, уверенность во всесилии знания, побеждающего смерть и могущего на *базе информационных программ биополевых систем возвратить* к жизни всех, как говорится, ушедших в небытие, но в новой, *более совершенной форме*, на небелковой основе, — все это существенные элементы истинно научного мировоззрения... Эта проблема уже поставлена на повестку дня развивающейся наукой. Идеалы подобного рода действительно заражают оптимизмом и могут служить важным стимулом вдохновения во всех сферах практической и теоретической деятельности человечества, осознавшего реальность таких идеалов".

10.7. Социальная адаптация к окружающей среде

Только человек с помощью освоенной им дополнительной энергии приспосабливает (адаптирует) целиком среду своего обитания к собственным потребностям, коренным образом и в кратчайшие сроки преобразует природную среду. Такая социальная адаптация кроме положительных для человека эффектов создала новые проблемы.

Помимо того, что человеческий организм подвержен тем же природным влияниям, что и организм животных, социальные условия жизни человека, факторы, связанные с его трудовой деятельностью, породили специфические факторы, к которым необходимо адаптироваться. Их число растет с развитием цивилизации.

С расширением среды обитания появляются совершенно новые для человеческого организма условия и воздействия. Например, космические полеты приносят новые комплексы воздействий, а именно, невесомость. Она сочетается с гиподинамией, изменением суточного режима, психических нагрузок и т.д.

Нервно-психическое напряжение приходит на смену физическому, особенно этот процесс ярко выражен в городах. В крупных городах сильно изменяется естественная среда обитания, ритм жизни, психоэмоциональная обстановка труда и быта, нарушается и климат. Интенсивность солнечной радиации в городах на 15-20% ниже, чем в прилегающей местности, зато среднегодовая температура здесь выше (примерно на 1,5° С), менее значительны суточные и сезонные колебания температуры, чаще возникают туманы, больше осадков (в среднем на 10%), ниже атмосферное давление.

Практически все эти изменения оказывают крайне неблагоприятное воздействие на физическое и психическое здоровье человека.

Человек - часть природы, он может жить лишь в весьма ограниченной по своим параметрам среде. Жизненная среда человека в большом городе представляет собой сложную систему социальных и экологических воздействий на организм в различных стадиях его развития. Это не может не отразиться на психике городского жителя, а влияние этой среды на переселившихся в город сельских жителей

еще значительнее, ведь изменяется их общественное и материальное положение, характер труда и отдыха, бытовые условия - весь образ жизни.

Для нашего века - века бурного развития науки, техники, экономики - характерно исключительно быстрое нарастание социальных изменений, тогда как биологические процессы меняются крайне медленно. В этом несоответствии заключается первая причина *"болезней цивилизации".* Свое конкретное выражение оно находит прежде всего в так называемом неврозе неотреагированных эмоций.

Социальные условия, информационные и интеллектуальные перегрузки вызывают у горожан психическую усталость и эмоциональные стрессы. Они становятся причиной возникновения большинства язвенных болезней желудка и 4/5 случаев инфаркта миокарда. Эмоциональные стрессы сопровождают конфликтные ситуации, дезорганизацию ближайшего человеку социального окружения. Урбанизация, особенно ее усиленные темпы, болезненна, так как связана с разрушением прежнего образа жизни и требует существенной перестройки личности. Современные люди находятся в значительно более сложном положении, чем раньше, так как скорость исторических преобразований общества стала соизмерима со временем жизни отдельного человека.

Лекция 11.
ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЯ, ЭКОНОМИКА, ПОЛИТИКА

11.1. Понятие социальной экологии.

11.2. Социальная среда как фактор формирования экологической культуры.

11.3. Экология, экономика, политика.

11.4. Экологическое воспитание.

11.5. Необходимость законодательного обеспечения экологической политики России.

11.6. Региональная неравномерность народонаселения мира.

11.7. Перспективы человечества по прогнозу.

11.1. Понятие социальной экологии.

Социальная экология - объединение научных отраслей, изучающих связь общественных структур (начиная с семейных и других малых социальных групп) с природной и социальной средой их окружения (т.е. это синэкология человека).

Объединения людей - центральный предмет социальной экологии как науки. Однако ее задача по преобразованию среды в интересах человека не означает игнорирования "интересов" самой природы. Экологическое мышление - понимание динамической целостности преобразования среды в интересах человека и сохранения естественных систем природы (общества).

Проще говоря, дело сводится к той же классической формуле "организм и среда". "Организмом" служит все многообразие людей, их групп и человечество в целом, а "средой" - все природные и социальные процессы, явления, объекты.

Чем выше динамическое единство человека и среды, тем оптимальнее природная основа социально-экономического развития, тем лучше "качество жизни", отражающееся на здоровье людей (здоровья как объективного и субъективного физического, психического и социального развития - по определению ВОЗ).

Взаимосвязь природы и общества - диалектическое единство человека и окружающей среды. Человек как составная часть биомассы Земли на протяжении всей эволюции находится в непосредственной зависимости от среды. С развитием высшей нервной деятельности человек сам становится мощным фактором среды (антропогенный фактор), поэтому влияние его на природу двоякое - положительное и отрицательное.

11.2. Социальная среда как фактор формирования экологической культуры

Социальная среда - сумма социально-психологической и социально-экономической сред жизни людей. Количественно благоприятность социальной среды выражается соотношением положительных и отрицательных стрессов (**эустрессов и дистрессов**) в условных баллах. В России этот показатель один их самых низких в Европе (предпоследнее или даже последнее место).

Социально-психологическая среда представляет собой совокупность внеэкономических отношений между людьми, степень комфортности их мироощущений, показатели, включающие меру внимания друг к другу, взаимное уважение или, наоборот, неуважение, интерес или безразличие к общему делу и успехам каждого из членов коллектива, национальные отношения, единство или различие вкусов, устремлений, предпочтений, общий комплекс социально-психологических установок и т.п. В понятие социально-психологической среды входят религиозные, экологические и др. стороны мировоззрения, общие или различные среди членов коллектива. Иерархически социально-психологическая среда может возникать от малых групп (в семье и т.п.) до глобального человеческого сообщества.

Социально-экономическая среда включает отношения между людьми и между ними и создаваемыми (в том числе накопленными) ими материальными и культурными ценностями. Включает социально-психологические, социологические, демографические, национально-культурные, этнические, экономические (соотношение доли зарплаты и прибыли, уровень цен и т.п.) и др. близкие элементы. В понятие со-

циально-экономической среды входят явления престижности и моды (в том числе привычки, включая вредные), уверенность в завтрашнем дне, степень экономической обеспеченности, конституционные и традиционные свободы личности и т.п.

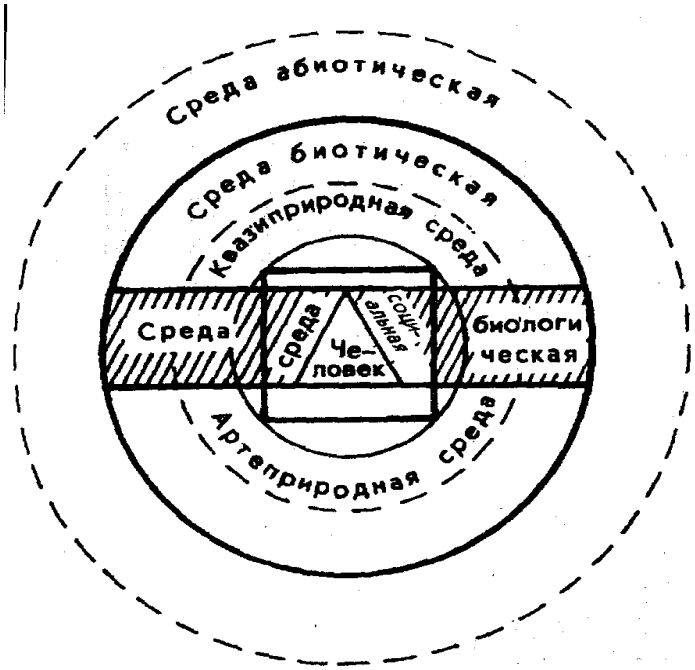


Рисунок 23. Принципиальная схема классификаций понятия «среда».

Особое место занимает отношение человека с природными ресурсами. Вовлеченные в хозяйственный оборот, они теряют чисто природное содержание и выступают как элемент социально-экономической среды.

Экологическая или внешняя среда является таковой только в приложении к живым организмам или к объектам с участием живого. Поэтому нельзя говорить об экологической среде предприятия или технологической линии, если не имеются в виду люди или живые организмы в составе этих образований.

В последние четверть века во всем мире, в том числе и в России, происходит осознание важности экологических знаний и умений для продолжения успешного социально-экономического развития территорий и государств и для самой жизни человека в целом. В связи с нарастанием уровня загрязнения и одновременно степени освоенно-

сти своей среды обитания человеком встает проблема сохранения и обновления этой среды. Она тесно связана с проблемой рационального использования природных ресурсов, создания малоотходных технологий в промышленности и в сельском хозяйстве.

Для решения этих глобальных и судьбоносных для всего человечества задач усилий одних только ученых и практиков-экологов явно недостаточно. За разработку путей выхода из создавшегося экологического кризиса должна взяться вся мировая общественность, так как это жизненно необходимо. Правительства всех государств мира и ООН должны не на словах, а на деле показать пример деятельного участия в экологическом обеспечении развития человечества.

Новый, **экологический уклон** культурного развития важен для преобразования социальной среды обитания человека в смысле поворота к коренным ценностям цивилизации - свободному труду, спокойной и достойной жизни в нормальной, неизмененной и устойчивой к неблагоприятным воздействиям окружающей среде. Экологическая культура - этап и составная часть развития общемировой культуры, характеризуемые острым, глубоким и всесторонним осознанием насущной важности экологических проблем в жизни и будущем развитии человечества. В свою очередь, экологизированная социальная среда, в которой проблемы охраны природы стоят на первом плане общественного сознания, может и должна оказывать благотворное влияние на новых членов общества в процессе их воспитания и образования, через родителей и родственников, школу и общественное мнение, через общение со сверстниками в смысле формирования у молодого поколения устойчивых экологических взглядов и привычек, и на их основе деятельности, направленной к достижению гармонии человека с природой.

11.3. Экология, экономика, политика

Человечество и все остальное живое *существует* постольку и до тех пор, *пока его генетические возможности соответствуют параметрам окружающей среды.* Несоответствие ведет к неминуемому вымиранию. В связи с этим, экологические блага (благоприятная окружающая среда) *имеют наивысший приоритет в социально-*

экономическом и политическом развитии общества, составляя содержание экологической безопасности, к которой ведет рациональная экологическая политика.

Опасность тем реальнее, чем выше технико-экономический потенциал и численность человечества (с учетом того, что общественные потребности многократно превышают сумму индивидуальных нужд людей).

Социально-экономические нужды, как правило, приводят к нарастанию использования природных ресурсов вплоть до их истощения с наступлением кризиса или катастрофы (полное опустынивание, потеря ресурса и т.д.). Однако объективное экологическое знание, экологизация жизни могут снизить давление на среду жизни. Практически все развитые страны прошли путь от штрафов к продаже квот загрязнения как форме экономического стимулирования охраны среды. Штрафы отражают конфликтную ситуацию между охраной природы и экономическим развитием.

Переход от штрафов к позитивным формам экономического стимулирования в виде налоговых льгот, продажи лицензий и квот означает формирование новой эколого-экономической ситуации, в которой экологические требования входят в общую систему ценностей.

Эколого-ресурсный потенциал. На региональном уровне цель развития заключается в том, чтобы сохранить и умножить ***эколого-ресурсный потенциал***, который складывается из запасов всех видов ресурсов, включая депозитные (используемые для размещения отходов-загрязнений). Решение об использовании того или иного ресурса принимается в зависимости от его воздействия на эколого-ресурсный потенциал в целом. Например, разработка полезных ископаемых невыгодна, если доходы от их продажи за пределы региона не компенсируют сокращения сельскохозяйственных и депозитных ресурсов за счет загрязнения и ущерба здоровью людей. Система подобных оценок необходима для проведения эффективной лицензионной и кредитной политики. Выдача (продажа) лицензий и предоставление кредитов стимулируют главным образом виды деятельности, приносящие наибольшую прибыль. Однако с позиций развития эколого-ресурсного потенциала как системы они могут оказаться убыточными.

Развитие эколого-ресурсного потенциала стимулируется также политикой ценообразования, которая направляет использование ресурсов в нужное русло, регулируя себестоимость и реализацию продукции. Отмечаются парадоксы ресурсной стратегии - зависимость от дефицитных ресурсов (в частности, энергетических), а также низкая стоимость жизненно важных ресурсов по сравнению с теми, без которых можно легко обойтись. Конфликтность функций ресурса (например, сырьевой и рекреационной) нередко разрешается не в пользу человека. Эти и другие деформации ресурсной политики, связанные с социальными и политическими условиями (милитаризацией экономики), можно, хотя бы частично, исправить с помощью дифференцированных платежей за ресурсы, стимулирующих развитие ресурсосберегающих, малоотходных технологий, и налогов на добавленную стоимость, поддерживающих конкурентоспособность экологически чистой продукции. Этой же цели служит плата за загрязнение (которую не следует смешивать со штрафными санкциями за сверхнормативное загрязнение). Платность ресурсов естественно распространяется и на депозитные ресурсы, к которым - в качестве приоритетного компонента - относится и человеческая популяция.

Следует отметить в этой связи, что повышение цен на экологически чистую продукцию, в особенности продукты питания, не всегда целесообразно. В странах с низкими доходами большинство населения предпочитает более дешевые продукты, даже если их экологическое качество ниже. В результате этого общественный слой подвергается дополнительным негативным воздействиям, в том числе и генотоксического характера, по сравнению с более богатыми людьми, способными заплатить за экологически чистые продукты. Цены в данном случае запускают механизм естественного отбора.

Этот пример иллюстрирует зависимость экономического стимулирования от социальной конъюнктуры. Схема развития *эколого-ресурсного потенциала* может быть построена по типу балансной модели, имея в затратной части *ресурсные показатели*, в доходной - ***показатели качества жизни***, например:

- Использование ресурсного разнообразия (отношение используемых видов ко всем видам ресурсов)

- Использование ресурсных запасов (отношение изъятия к запасам)

- Ресурсосбережение (сокращение изъятия ресурсов на единицу продукции)

- Продолжительность жизни

- Показатель здоровья (величина, обратная суммарной заболеваемости)

- Потребление (валовой продукт на душу населения)

- Средний доход на душу населения

Сопоставление ***суммарных показателей*** - в условных единицах или денежных эквивалентах - для левой и правой части баланса дает представление о зависимости между качеством жизни и природопользованием. Повышение показателей правой части может быть достигнуто за счет управляющих воздействий - изменения лицензионной политики, налогообложения и (или) распределения поллютных квот - на все три или одну из позиций левой части, т.е. (1) привлечения дополнительных ресурсов, (2) увеличения изъятия и (3) ресурсосбережения. Выбор оптимального решения диктуется как ресурсной ситуацией, так и социальными критериями. Например, ограничение роста населения практически исключает второй вариант, тогда как равномерность распределения доходов в качестве социального приоритета ставит под вопрос третий. Этот пример иллюстрирует зависимость экономического стимулирования от социальной конъюнктуры.

Экономические эффекты экологических требований. Экологические требования оказывают многостороннее воздействие на структуру экономики, ценообразование, международные отношения. Так, требования к выбросам кислотообразующих поллютантов изменяют соотношение видов топлива, используемых теплоэлектростанциями. Снижение выбросов CO_2, влечет за собой более радикальную перестройку структуры энергетики.

Либеральные экологические нормы могут привлечь инвесторов из стран с более жесткими нормами, но в конечном счете это превращает страну в ресурсный придаток как по сырьевым, так и по депозитным ресурсам.

В случае конфликтности функций ресурса экологические требования способствуют разрешению противоречий в пользу социально более престижной функции. Так, в Кении охота полностью запрещена благодаря доходности экологического туризма. Аналогично рекреационный аспект лесопользования в ряде стран экономически предпочтительнее заготовок древесины.

Также функции, не связанные с материальным производством, но необходимые для физического и духовного развития самого человека как полноценной личности, не ведут к истощению ресурса, а напротив, способствуют их сохранению.

В предельном случае ресурс полностью выводится из сфер материального производства в силу его особой дефицитности, редкости, эстетических или познавательных достоинств.

Глобалистика - это учение о глобальных проблемах современности - естественнонаучных и общественных. Развитие глобалистики становится возможным в связи с тем, что человечество как "геологическая сила" (по В.И.Вернадскому) стало единым всепланетным образованием, в отличие от прежнего времени, когда отдельные народы и племена, не говоря уже о населении материков, разделенных океанами, были в значительной степени разобщены. Глобалистика имеет политический, в определенной степени прикладной акцент.

В настоящее время все страны и народы связаны единой судьбой планеты Земля. Поэтому любое заметное ухудшение среды жизни на планете затрагивает все государства. Любая широкая конфронтация пагубна для природы и людей, в том числе страны-агрессора, в связи с этим военное разрешение конфликтов стало глобально преступной акцией. Будущее лежит лишь на путях взаимопомощи и взаимопонимания. Следует осознать, что каждый народ (и даже любой человек) формирует свою особую среду жизни и относительно самостоятелен. Поэтому суверенитет не отрицает единого экономического пространства, а оно - политического и индивидуального суверенитета. Положение сходно с органами в организме: все они относительно самостоятельны, сложены особыми клетками, но глубоко зависимы друг от друга и связаны между собой нервными и гуморальными связями.

11.4. Экологическое воспитание

Реализацию **стратегии устойчивого развития** невозможно обеспечить лишь некими эпизодическими мероприятиями или отдельными, пусть самыми строгими, законами. Даже тщательно разработанные программы комплексного природопользования, а также научно обоснованные рекомендации и законы исполняют люди.

От воспитания людей во многом зависит, как будет понят закон, дойдет ли он до сознания, вызовет ли внутреннюю потребность активного содействия. Основы экологического воспитания закладываются с раннего возраста, если ребенку в семье рассказывают об окружающем мире с позиции любви и бережного отношения к природе.

Общее и экологическое воспитание подрастающего поколения имеет на последующих стадиях формирования личности важнейшее значение для выработки необходимого уровня правосознания, понимания смысла законов природы, важности их правильного и своевременного проявления.

В подростковом возрасте (12-14 лет) в жизнь каждого человека входит правовое воспитание. В этом возрасте ребенок усваивает нормы ответственности за противоправное поведение, навыки простейшего правомерного поведения, необходимые для всех граждан и доступные пониманию подростков.

В области охраны природы правовое воспитание тесно взаимодействует с экологическим, а оба они, дополняя друг друга, соединяются с нравственным и политическим воспитанием.

Природоохранные правовые нормы в большинстве своем закрепляют научно обоснованные экологические правила (о порядке использования и восстановления эрозии почв, о поддержании экологического режима водоемов и пр.). Поэтому экологическое воспитание, направленное на распространение и внедрение в практику необходимых знаний и навыков, вытекающих из современных проблем охраны природы, косвенно способствует и соблюдению правового режима охраны природных объектов, и предупреждению соответствующих правонарушений.

Задачей экологического воспитания в первую очередь является необходимость закрепить в обществе осознание того, что природные богатства не беспредельны. Современное общество не вправе жить за счет будущих поколений. Оно обязано сохранить и оставить природу потомкам не только не оскудевшей, но и обогащенной. Такая *"экологизация"* общественного сознания средствами воспитания и образования создает благоприятные предпосылки для успешной реализации программы устойчивого развития человечества.

Основы природопользования (или основы охраны природы и рационального природопользования) преподаются во всех государственных школах, частных, общественных, религиозных и других средних и высших учебных заведениях, независимо от их профиля. В настоящее время Государственной Думой прорабатывается *закон об экологической культуре*, в котором важнейшее место отводится экологическому воспитанию, причем не только школьников и студентов, но и взрослых людей, в частности руководителей различного уровня.

В отношении России **экологическое воспитание** можно определить как совокупность культурных, социальных и воспитательных мер, воздействующих на чувства, сознание и взгляды людей и направленных на повышение уровня экологических знаний и экологической культуры у школьников, студентов, руководящих работников и населения с целью преодоления у них потребительского отношения к природе, развития чувства бережного отношения к природе и осознания обществом опасности приближающейся глобальной экологической катастрофы.

С помощью экологически ориентированного права, основанного на знаниях законов развития природы и общества, люди надеются дисциплинировать собственное поведение и жизнедеятельность, чтобы стихийный процесс взаимодействия общества и природы превратить в осознанное и контролируемое развитие, заключающее в себе заботу о сохранении, восстановлении и улучшении благоприятных условий жизни людей. Такой подход к решению задачи получил название *концепции устойчивого развития* и стал принципом правового регулирования международных отношений, связанных с воздействием человека на природную среду.

Россия впервые приняла участие в разработке норм **международного экологического права**, став участницей Соглашения об охране морских котиков от 6 ноября 1987 г. (наряду с Японией и США).

К настоящему времени в мире насчитывается свыше 160 многосторонних универсальных (глобальных) и региональных международных конвенций и свыше 3 тысяч двусторонних договоров полностью или частично посвященных охране окружающей природной среды и регулированию использования природных ресурсов. В секретариате ООН зарегистрировано более 150 многосторонних договоров по охране окружающей среды. Возрастание числа международно-правовых актов экологического направления продолжается, хотя уже вполне обоснованно поставлен вопрос об обеспечении в первую очередь выполнения требований международного экологического права. На этом вопросе все более концентрируется внимание в процессе международного сотрудничества.

11.5. Необходимость законодательного обеспечения экологической политики России

Необходимость законодательного обеспечения экологической политики РФ диктует экологической кризис и выход страны из него. Несмотря на предпринимаемые меры, экологическая безопасность граждан РФ постоянно снижается. Это проявляется в ухудшении качества среды обитания, снижении продолжительности жизни, увеличении заболеваемости, ухудшении генофонда населения; образовании новых зон экологического бедствия; деградации природных ресурсов; возрастании риска крупных техногенных аварий из-за изношенности оборудования; ухудшении качества вод, распространении радиоактивного загрязнения; загрязнении воздушного бассейна; опасном загрязнении продуктов питания; росте социальной напряженности в результате неблаготворной экологической обстановки.

Важно учитывать, что всем этим **негативным последствиям** экологических процессов присуща значительная инерционность. Так, например, если сегодня прекратить выброс озоноразрушающих веществ, то уже накопившееся их количество в атмосфере будет разрушать слой озона еще на протяжении десятилетий. Последствия вы-

броса радиоактивных веществ от взорванных в атмосфере ядерных бомб, как и от работающих атомных станций, также будут сказываться негативно на состоянии окружающей природной среды долгие годы.

Вот почему сегодня никак нельзя откладывать усилия по ее оздоровлению. Россия и так серьезно опоздала с принятием радикальных мер в данной сфере.

Специалисты, отслеживающие развитие экологической ситуации в стране считают, что кардинальное ее улучшение в России может стать возможным только при реализации дополнительно ко всем существующим сейчас направлениям действий в области охраны окружающей среды и здоровья человека двух новых подходов.

Первый из них связан с применением во всех областях внутренней политики концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. Это означает необходимость постоянного учета в экономической и социальной жизни общества проблемы исчерпаемости природных ресурсов, экологической емкости биосферы в целом. Для чего в первую очередь потребуется прекратить планировать и осуществлять хозяйственные и технические проекты, не обеспечивающие сохранность и поддержание как глобального, так и регионального природного равновесия.

Второй подход в решении экологических проблем связан с повсеместным внедрением при оценке хозяйственной и иной деятельности концепции уровня приемлемого риска.

Длительное развитие страны в условиях целенаправленной плановой системы хозяйствования, обострение структурных противоречий этой системы привели Россию к глубокому экологическому кризису. Радикальные рыночные реформы последних лет еще более расстыковали экономический и экологический интересы, создали опасный дискомфорт в человеческом бытие.

Ситуацию усугубила суверенизация субъектов РФ, непоследовательная реализация конституционного принципа "двойного" ведения - Федерации и ее субъектов - по вопросам права собственности и распоряжения природными ресурсами. Республики и области поспешили принять законодательные акты, объявившие исключительное право собственности на природные объекты своих территорий, что при низ-

ком уровне экологической дисциплины лишь ускорило разбалансированность природной среды.

Все это дает основание утверждать, что правовая база охраны окружающей природной среды и рационального использования природных ресурсов в настоящее время еще плохо сформирована. Она проходит стадию постоянного реформирования и бесконечного совершенствования. Поэтому в целом представляет собой во многом бессистемный набор конституционных положений, федеральных законов, законов субъектов РФ, подзаконных нормативных актов межведомственного характера, а также отраслевых нормативных документов, регулирующих порядок пользования отдельными видами природных ресурсов.

С каждым годом растет количество ведомственных нормативных правовых актов, противоречащих основополагающим принципам РФ по вопросам природопользования и охраны окружающей природной среды.

Тревожно и то, что на базе значительного имущественного расслоения граждан в общественном правосознании, в том числе и не без участия различных институтов государственной власти, утверждается феномен нелегитимности самих законов, отторжения законности все более значительной частью населения.

В уголовном законодательстве, в том числе и в новом Уголовном кодексе РФ, не находят отражения качественные изменения характера экологических преступлений: повышение их общественной опасности, расширение среды распространения групповой и организованной преступности; широкого применения в преступных целях новейших достижений науки и техники.

Анализируя социально-правовую ситуацию, не трудно заметить, что реформаторские акции последних лет привели к разрушению правовой системы социальных ценностей, к дезориентации общественного сознания работников правоохранительной системы, нарастанию правового нигилизма в сознании и поведении лиц, ответственных за исполнение правовых предписаний. Массовый характер безнаказанных злоупотреблений и коррупции, сопровождающий реформы, крайне негативно отразился и на отношении граждан, общества и государ-

ства к природным ценностям, фактически разрушил принципы нравственного поведения в экологической среде.

По линии государственной власти, призванной обеспечить экологическую безопасность своих граждан, ситуация с каждым годом все больше осложняется также вследствие распада прежней системы охраны природы и отсутствия новой, постоянных реорганизаций контрольных, в том числе и природоохранных учреждений, попыток устранить из системы обеспечения законности в экологической среде прокурорский надзор. Открыв "зеленый свет" предпринимательству, не создано правозащитных механизмов по защите природы, нет контроля и ответственности за экологический беспредел.

В 2001 году в стране был принят Закон РФ "Об охране окружающей среды" (ЗоООС). Согласно этому закону, каждый гражданин, лица без гражданства и иностранные юридические лица и граждане на территории РФ обязаны соблюдать требования Закона и несут ответственность за их нарушение.

Из круга объектов, охраняемых экологическим правом, исключаются:

а) социальные ценности, товарно-материальные объекты, созданные человеком;

б) компоненты природы, вышедшие из экологической связи с природой;

в) элементы природы, не представляющие социальной ценности для общества и природы.

Внешние границы охраны окружающей природной среды - это атмосфера и околоземное пространство (в той части, в которой она испытывает влияние антропогенной деятельности).

Экологические права человека - право на чистую, здоровую, благоприятную для жизни окружающую природную среду, право на использование природной среды для удовлетворения своих экономических, эстетических, духовных потребностей,

Согласно ст.79 Конституции РФ Россия может участвовать в межгосударственных объединениях и передавать им часть своих полномочий в соответствии с международными договорами, если это не

влечет ограничения прав и свобод человека и гражданина и не противоречит основам конституционного строя Российской Федерации.

Статья 15.4 **Конституции РФ** предусматривает, что общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Российской Федерации являются составной частью ее правовой системы. Если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем предусмотренные законом, то применяются правила международного договора.

Данные положения имеют универсальное значение и распространяются на все отрасли российского права. Применительно к области охраны окружающей среды и регулированию природопользования можно сказать, что благодаря этим положениям международное экологическое право в той или иной степени выступает как часть российского экологического права.

В настоящее время Россия является участницей 78 многосторонних соглашений и основных протоколов к ним в области охраны окружающей среды и регулировании природопользования. Двусторонние соглашения по вопросам охраны природы и природопользования заключены Россией со всеми соседними странами, а также со многими другими странами Европы, Азии, Америки.

Активное участие России в международном природоохранном сотрудничестве является составным элементом ее новой политики в охране окружающей среды. Новое заключается в децентрализации экологической политики, в предоставлении более широких прав и полномочий относительно участия в международных связях властям субъектов федерации и местного самоуправления. Например, в межгосударственной программе "Зеленые легкие Европы" (сохранение уцелевших лесных массивов в Центральной и Восточной Европе) активно участвуют власти Калининградской, Псковской, Тверской, Новгородской и Ленинградской областей и власти Республики Карелии. В сотрудничестве с Финляндией активно участвуют население и власти приграничных районов Мурманской, Ленинградской областей и Республики Карелии.

11.6. Региональная неравномерность народонаселения мира

В бедных странах основное воздействие на среду связано с прямым уничтожением природы в результате непомерно высоких нагрузок на экосистему. Это проявляется в сведении лесов, разрушении других экосистем, исчерпании доступных ресурсов для удовлетворения потребностей многочисленного населения. Основной причиной разрушения природы здесь выступает высокая численность населения, сопровождающаяся бедностью и нищетой. Ясно, что человек, постоянно думающий о выживании, не способен думать о сохранении окружающей природной среды.

Население мира увеличивается сегодня на 250 тыс. человек ежедневно, 1 млн. 750 тыс. каждую неделю, 7,5 млн. в месяц, 90 млн. в год. По данным ООН, основной прирост населения нашей планеты приходится на развивающиеся страны. Распределение плотности населения на земном шаре весьма неравномерно. Эта неравномерность ярко проявляется даже в пределах одной страны из-за концентрации населения в городах.

Быстрый рост населения в развивающихся странах резко обостряет экологические и социальные проблемы. Число жителей развивающихся стран составляет три четверти населения планеты, а потребляет всего одну треть общемировой продукции, причем разрыв в потреблении на душу населения продолжает расти.

Большие цифры - миллионы и миллиарды - трудны для восприятия. Поэтому одно популярное американское издание опубликовало следующие расчеты. Если бы население Земли "сжать" до размеров деревушки с населением в 100 человек, а все существующие соотношения современного человечества остались бы прежними, то получилась бы следующая картина:

- в "деревушке" проживали бы 57 азиатов, 21 европеец, 14 представителей Северной, Центральной и Южной Америки, 8 африканцев;

• 70 из 100 были бы "цветными" (не белыми);

• 50 % всех богатств оказались бы в руках 6 человек, и все они были бы гражданами США;

• 70 человек не умели бы читать;

• 50 страдали бы от недоедания;

• 80 человек жили бы в жилищах, не приспособленных для проживания;

• только 1 человек имел бы университетское образование.

Низкая рождаемость в экономически развитых странах - фактор в глобальном масштабе положительный. Однако он может привести к неблагоприятным социально-политическим последствиям. Вследствие изменения возрастной структуры общества, "старения" населения, увеличивается нагрузка на экономику, возникает разрыв между поколениями в вопросах общественных и культурных нововведений, увеличивается консерватизм общества.

В то же время нерегулируемый рост численности населения в слаборазвитых странах приводит к усугублению экологических, социально-экономических проблем, зачастую к голоду. Все это может спровоцировать геополитические кризисы.

Предельная численность человечества - оцененная экспериментальным путем предельная величина народонаселения в мире, при которой его потребности могут удовлетворяться на приемлемом уровне с учетом возможностей мирового сельскохозяйственного производства и истощения природных ресурсов.

В конце восемнадцатого столетия английский экономист **Томас Мальтус** пришел к выводу, что человечество неминуемо встретится с кризисными явлениями в результате нехватки продовольствия по той причине, что последнее увеличивается в арифметической прогрессии (1,2,3,4,...), а население растет по геометрической прогрессии (1, 2, 4,8...).

По нехватке продовольствия прогноз Мальтуса в настоящее время не оправдывается. Темпы его роста опережают фантастические темпы роста населения. С 1950 по 1984 гг. это опережение составило около 40 %.

Существует несколько концепций относительно причин и факторов стабилизации и снижения численности населения. Назовем некоторые из них:

• демографический максимализм - чем больше население, тем лучше. В 50-60 гг. эта концепция находила воплощение в Китае;

• демографический утопизм - выход будет найден через заселение космоса, океана и т.п.;

• демографический финализм - рост численности населения неизбежно приведет к исчерпанию ресурсов и загрязнению среды; в результате этого проблемы решатся через гибель части человечества;

• демографический фатализм - проблемы решатся сами собой через механизмы биологического саморегулирования, как это имеет место быть в естественных популяциях.

Все перечисленные концепции базируются в основном на биологических критериях и недоучитывают социальные закономерности развития общества, в соответствии с которыми "демографический взрыв" обычно ограничен во времени. Период демографического взрыва называется "демографическим переходом". Он начинается с момента резкого снижения смертности при сохранении высокой рождаемости и заканчивается в то время, когда низкая смертность начинает соответствовать и низкой рождаемости. Целенаправленное регулирование численности человеческой популяции, в отличие от природной, происходит не в ответ на имеющуюся численность, а через изменение рождаемости, в том числе и на уровне государственной политики.

- Россия в новом свете

По мнению А. Акопяна (АиФ, №11, 2000), в истории любого этноса есть детство, когда нация только формируется, юность - когда народонаселение стремительно увеличивается, и затем неизбежно происходит демографический переход: наступает пора зрелости. (Лев Гумилев называл это фазами активности, перегрева и спада.)

Резкие всплески рождаемости усиливают агрессивность внешней и внутренней политики, исторических примеров тому немало. Именно в такие периоды происходил захват чужих земель и освоение своих, миграция населения из сел в города, гражданские войны, появление "потерянной молодежи" и радикальных идей. Во времена Петра Первого и Екатерины рождаемость в России была около 10 детей на одну женщину, это и обеспечивало уникальные по размаху тер-

риториальные завоевания. Идеология фашизма воспринималась как великая и могучая во времена Веймарской республики. Ее резервом была высокая рождаемость: 4,5 на одну женщину. Сегодня - при коэффициенте 1,5 - эта идеология не имеет реальных шансов.

Можно даже ввести "демографический коэффициент опасности": рождается больше 3 детей на одну женщину - жди в ближайшее время гражданских волнений или войны. Взять хотя бы косовский конфликт. Сербия полвека назад приютила несколько десятков тысяч албанцев для наглядной демонстрации преимуществ социализма. Это совпало с пиком рождаемости последних. И сейчас албанцев в Косово уже 2 миллиона. Это реальная сила, которая требует себе места под солнцем.

"Переписать" историю, начав ее с белого листа или вырвав из нее самую главную "страницу" - XX век, уже не получится. В предреканиях дальнейшего этнического распада России и неминуемой "американизации" отколовшихся новоявленных государств, в частности - в геополитической концепции Бжезинского, совершенно не учитывается возраст этносов. Не станут Украина и Кавказ ни проевропейскими, ни проамериканскими, ни промусульманскими - в силу общей демографической истории они останутся прорусскими. Это было бы возможно в начале века - на фоне роста рождаемости у этих народов, а значит, высокой активности, пластичности - готовности к переменам. Но пик пассионарности уже миновал. В Грузии сейчас коэффициент рождаемости -1,9, в Армении -1,7, в Азербайджане - 2,0, на Украине, в Беларуси и Молдове -1,4. "Перевал" мы с ними прошли вместе. Национальная идея - беречь друг друга

Причин на то много, и одна из основных - стадия демографического развития. Российский этнос вступил в фазу зрелости. Этот этап развития диктует иное поведение и ценности, нацеленные не на приумножение, а на сохранение. Сегодня даже при правильной демографической политике и максимальной материальной поддержке прирост населения в России невозможен. Речь идет об уменьшении потерь: слабоотрицательном естественном приросте. В самом оптимистическом сценарии через 30 лет теоретически возможно обеспечить простое воспроизводство. Но имеется и пессимистический прогноз

экспертов ООН: в 2050 году население России будет составлять 102,5 млн. человек - против нынешних 147. (Для сравнения: ровно столько же населения было в РСФСР в 1950 году.) В принципе эта цифра не удивительна, взять хоть одну миграцию: только за годы перестройки из Белоруссии, Украины и России, по официальным данным, уехали 400-500 тысяч, а по неофициальным - 1,2 миллиона женщин репродуктивного возраста. Они будут рожать уже от других мужчин, то есть мы потеряли не только их, но и их детей.

Та численность населения, которую мы имеем сегодня, - следствие голода и сталинских репрессий, раскулачивания и строек века, войны и беспробудного алкоголизма. И самый большой урон - нерожденившиеся дети, которых могли бы растить русские, вместо того чтобы строить коммунизм и экспортировать революцию. По подсчетам демографов, нас сейчас должно было быть 300 миллионов - больше, чем в Америке. Проблема в том, что по законам развития, в этносе, завершившем демографический переход, устанавливается равновесие: низкая рождаемость "компенсируется" увеличением продолжительности жизни. Вот этого-то у нас и не произошло. Россия, богатая на феномены, выдала очередной: депопуляции. Смертность в России превышает рождаемость в 1,6 раза. Страна превратилась в кладбище молодых мужчин.

11.7. Перспективы человечества по прогнозу

Как известно, первой мировой войне предшествовал невиданный в истории рывок в сфере военной техники, когда буквально за полтора десятилетия появились пулеметы, дальнобойная артиллерия, танки, авиация и — отравляющие газы. Последние, не сыграв практически никакой роли в боевых действиях (0,3% всех потерь), оказали столь сильное воздействие на умы публики, что стали своеобразным «фирменным знаком» первой империалистической. Дальнейшее развитие военной техники мыслилось именно по пути создания оружия массового поражения. Однако следующая, Вторая мировая война велась все теми же пулеметами, танками и самолетами, что и Первая, а единственное принципиальное новшество (баллистические ракеты)

опять-таки никакой военной роли не сыграло — чисто психологическую.

Эта ситуация «бесконтактного боя» оказалась столь непривычной, что большинство соотечественников, возможно, так и не осознали элементарного факта, что *Третья мировая война уже была.* В этой войне Советский Союз *больше сорока лет* в одиночку сражался против всего остального мира и, израсходовав свои ресурсы, капитулировал. По условиям этой «капитуляции» мы лишились не только всех колоний, но и заметной части исконной территории («Беловежские соглашения»), привели свою армию в небоеспособное состояние, выплатили огромные репарации (пресловутые 180 миллиардов, осевшие в заграничных банках, — это еще сущий пустяк по сравнению с реальной ценой тех мозгов и рук, что утекли от нас на Запад).

Итак, люди после появления оружия массового поражения вот уж почти сто лет предполагают, что следующая война непременно будет вестись с его применением, и ошибаются: Вторая мировая война опять велась обычными вооружениями. Третья мировая оказалась «холодной», а Югославская кампания, похоже, открывает эпоху «виртуальных войн», когда реальные боевые действия почти не имеют значения— важно лишь то, что попадет на мониторы CNN.

Историю человечества вполне правомочно рассматривать как последовательность *технологических революций*. Напомню, кстати, что и само возникновение человека как биологического вида может считаться одной из таких революций: Homo habilis («Человек умелый») анатомически ничем не отличался от современных ему видов грацильных австралопитеков — только лишь способностью изготавливать каменные орудия. Давайте попробуем подойти с другого конца: сперва выделим те исторические этапы, когда революционно, скачком, менялось качество жизни людей, — и уже затем соотнесем эти социологические и экономические изменения с определенными технологиями.

Таких крупнейших социально-экономических скачков обычно выделяют три. Первый — *неолитическая революция*, ознаменовавшая собой *переход от присваивающего типа хозяйствах производящему (от охоты и собирательства — к земледелию и скотоводству).* С

этого времени призрак голодной смерти если и приближался к людским поселениям, то лишь эпизодически. Что касается такого интегрального показателя качества жизни, как ее *средняя продолжительность*, то, как считается, именно в это время она выросла с двадцати с небольшим до сорока лет. *Существует гипотеза*, что заметную роль тут сыграла смена типа инфекций, доминирующего в человеческих популяциях, — побочное, следствие одомашнивания скота. Ранее основную роль играли так называемые медленные инфекции (типа СПИДа или проказы), издревле адаптированные к человеку и формально не смертельные, но уже годам к двадцати превращающие его в развалину. От домашнего же скота человек получил новые, так называемые быстрые инфекции (типа оспы) — заболевший либо тут же умирает, либо выздоравливает, обзаведясь стойким иммунитетом. Понятно, что от «быстрых» инфекций умирали в первую очередь те, кто уже был поражен «медленными»; в результате неолитические эпидемии оспы «вычистили» и тем самым оздоровили человеческие популяции. Именно после этого люди и стали доживать до сорока и возник первый демографический бум. Так что человечество в некотором смысле обязано своим существованием... оспе!

Второй качественный скачок — *индустриальная революция* Нового времени.

Третий — идущий на наших глазах в развитых странах *переход к постиндустриальному обществу*. Постиндустриальное общество понимается здесь вполне стандартно: «Общественная формация, которая, согласно ряду теорий, придет на смену капитализму и социализму («индустриальному обществу»). Характеризуется подавляющим преобладанием (до 9/40 населения) занятых в сфере «производства информации», прекращением роста народонаселения с переориентацией экономики на удовлетворение преимущественно культурных потребностей». («Философский словарь», 1980;)

Если вспомнить, из каких несводимых друг к другу субстанций состоит *окружающий нас материальный мир,* то каждый должен ответить: «*Из вещества, энергии и информации».* Давайте рассмотрим под этим углом зрения три перечисленные выше революции.

Неолитическая революция — это революция *«по веществу»:* появление отсутствующих в природе веществ — несамородные металлы, керамика, стекло; ткани; собственно, с той поры за всю историю открыт всего один принципиально новый класс веществ - пластики. Сюда же без особой натяжки можно причислить « отсутствующие в природе существа — домашние животные и сельскохозяйственные растения (в том числе пекарские дрожжи). Индустриальная революция Нового времени— революция «по энергии»: реализовано «запрещенное» для природных процессов превращение тепловой энергии в механическую (паровая машина) и использование ассимилированной энергии экосистем прошлого (сжигание ископаемого топлива).

Нынешнюю же технологическую революцию все так и называют — *«информационная».* Ее принято связывать с появлением компьютеров (считая его за исходный толчок, аналогичный изобретению регулятора Уатта в предыдущей, «энергетической», революции); однако ничуть не менее важны и биотехнологии - вроде генной инженерии типа клонирования, основанные на управлении наследственной информацией. Символично, что научные основы этих технологий — кибернетика; с одной стороны, и расшифровка генетического кода - с другой, были заложены практически одновременно; в пятидесятых годах.

Энергетическая революция вовсе не отменяет создания новых классов веществ (пластики), а *информационная* — новых источников энергии (термояд). Речь идет лишь о том, что в индустриальном обществе целью ставится увеличение производства энергии, а в постиндустриальном акцент перенесен на *оптимизацию управления имеющимися энергоресурсами.* Это уже привело к уменьшению удельной энергоемкости национального продукта развитых стран, а в перспективе и вовсе способно привести и к уменьшению абсолютного энергопотребления.

Вряд ли мы способны предугадать конкретные детали неизбежных *социальных изменений*, порождаемых компьютерной революцией: наверняка многие моменты, представляющиеся нам сугубо второстепенными, окажутся решающими — и наоборот. Известно, что на формирование коры больших полушарий *головного мозга* — а именно

она является «вместилищем личности» — гигантское влияние оказывает развитие тонкой моторики пальцев (именно поэтому ребенок обязательно должен рисовать, лепить, шить и т.п.). Ведущим, фоновым, типом этой моторики сейчас являются навыки письма. Между тем нынешние школьники, видимо, будут последним поколением, которое умеет писать буквы на бумаге; следующие же будут даже не « щелкать мышкой», а просто надиктовывать компьютеру — что называется, не прилагая рук. Соответственно и мозги их неизбежно окажутся устроенными несколько иначе — в самом что ни на есть прямом смысле; и есть серьезные основания подозревать, что мозги эти в итоге окажутся заметно примитивнее нынешних.

Если рассматривать *обобщенный тренд развития,* то мы располагаем следующей *временной последовательностью: 2,5 млн. лет* назад - первые каменные орудия в Восточной Африке; *12 тыс. лет назад* — первые неолитические культуры в «Плодородном полумесяце»; *300 лет назад* — индустриальная революция в Европе; *наши дни* — информационная революция. Если отложить эти значения по абсциссе, и принять, что каждая из этих революций меняла «качество жизни» (ординату) сопоставимым образом, то мы получаем простую логарифмическую зависимость с корреляцией 0,98.

Так когда нам ожидать следующую — «*Четвертую технологическую революцию?* Неожиданный вывод, но исходя из этого графика - через семь - восемь лет! Похоже, технологический этап развития цивилизации в общем близок к своему завершению. Только вот конца истории это отнюдь не означает — скорее наоборот: окончена Предыстория человечества, а настоящая история только начинается. Именно *информационная революция* выводит цивилизацию на принципиально новый уровень. Возможно, что отличие нынешней революции от двух предыдущих — ее «каскадность» — связано именно со свойствами информации как таковой. Так, Ляпунов строго доказал, что на информацию (в отличие от вещества и энергии) не распространяются законы сохранения, то есть она может быть заново создана — либо, напротив, безвозвратно утрачена. Поэтому Акт Творения для человека возможен лишь в информационной сфере.

Лекция 12.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КРИЗИСЫ, ИХ СТРУКТУРА И ПРИЧИНЫ

12.1. Понятие экологического кризиса. Глобальный экологический кризис.
12.2. Структура экологического кризиса
12.3. Современные экологические катастрофы.
12.4. Реальные экологически негативные последствия
12.5. Потенциальные экологические опасности
12.6. Комплексный характер экологической проблемы
12.7. Опыт и достижения развитых стран в преодолении экологических кризисных ситуаций

Изучение современного состояния (эмпирического базиса социальной экологии) вместе с изучением истории (исторического базиса социальной экологии) и экологии как науки о взаимодействии живых организмов с окружающей средой составляет три краеугольных камня, на которых строятся **социально-экологические концепции**.

12.1. Понятие экологического кризиса. Глобальный экологический кризис.

Под ***экологическим кризисом*** понимается та стадия взаимодействия между обществом и природой, на которой до предела обостряются противоречия между экономикой и экологией, экономическими интересами общества в потреблении и использовании природной среды и экологическими требованиями обеспечения охраны окружающей природной среды. Это устойчивое нарушение равновесия между обществом и природой, проявляющееся в **деградации** окружающей природной среды - с одной стороны, и **неспособности государственных управленческих структур** выйти из создавшегося состояния и восстановить равновесие общества и природы - с другой стороны.

Антропогенный период является революционным в истории Земли. Технические возможности человека изменять природную среду стремительно возрастали, достигнув своей высшей точки в эпоху на-

учно-технической революции. Ныне он способен осуществить такие проекты преобразования природной среды, о которых еще сравнительно недавно не смел и мечтать.

Казалось бы, человек становится все менее зависим от природы, подчиняя ее своему влиянию, преображая в соответствии со своими целями. Выяснилось, что рост могущества человека ведет к увеличению отрицательных для природы и в конечном счете опасных для существования человека последствий его деятельности, значение которых только сейчас начинает осознаваться,

Многочисленные научные данные показывают, что экологическая обстановка на нашей планете не была всегда одной и той же. Более того, она испытывала резкие перемены, отражавшиеся на всех ее компонентах. Одно из таких ***глобальных изменений*** *произошло*, по-видимому, на *самом начальном* этапе *развития жизни на Земле*, когда в результате деятельности живого вещества атмосфера нашей планеты резко изменилась. В ней появился кислород, и за счет этого была обеспечена возможность дальнейшего становления и распространения жизни. Живые существа создали нужную им атмосферу. В процессе своей эволюции живое вещество, преображаясь само и одновременно изменяя косную материю, сформировало биосферу. Процесс становления ее идет через выявление и разрешение противоречий между отдельными компонентами, и периоды резкого обострения противоречий могут быть названы экологическими кризисами.

Становление и развитие человеческого общества сопровождалось ***локальными и региональными экологическими кризисами*** антропогенного происхождения. Можно сказать, что шаги человечества вперед по пути научно-технического прогресса неотступно сопровождали, как тень, негативные моменты, резкое обострение которых приводило к экологическим кризисам. Но и раньше были локальные и региональные кризисы, поскольку само воздействие человека на природу носило преимущественно локальный и региональный характер. Древние охотники могли, истребив животных на какой-либо территории, перейти на другое место; древние земледельцы могли, если почва подвергалась эрозии и продуктивность ее снижалась, освоить новые земли. В настоящее время представляется обоснованной точка

зрения, согласно которой плотность заселения Земли приближается к критической.

Население земного шара растет по экспоненте, о чем предупреждал еще Мальтус. В *начале нашей эры* на Земле проживало *250 млн. человек*. Понадобилось *1,5 тыс. лет* для того, чтобы оно *удвоилось.* К началу XIX века население планеты достигло 1 млрд., а уже в 1986 году на Земле жило 5 млрд. человек, причем на прибавление последнего миллиарда ушло всего 12 лет. Сейчас население Земли приближается к отметке 6 млрд.

Нынешние темпы роста таковы, что для обеспечения даже тех условий существования, какие на Земле сейчас, каждое вновь появляющееся поколение обязано построить новую техноструктуру, равную той, которая в настоящий момент существует на Земле. Тревога, которую испытывают в связи с этим, вполне обоснованна, если, *рациональный предел расширения земледелия* оценить в *2,7 млрд. га*. Встречаются весьма оптимистические заявления о том, что Земля может прокормить до *700 млрд. человек*. Но большинство ученых считает, что *оптимальное количество жителей планеты* не должно превышать *12-20 млрд.* Некоторые же демографы полагают, что на Земле живет уже сейчас больше ***оптимального «золотого миллиарда».***

Проблема небывалого увеличения давления на биосферу растущего населения планеты становится все более острой. Особенно сложна и печальна картина на уровне отдельных регионов и стран, в которых ежегодно умирают с голоду миллионы человек. Подъем жизненного уровня населения этих районов, для которых зачастую характерны самые высокие темпы прироста населения, составляет одну из основных задач человечества. Трудность выполнения её объясняется хотя бы тем, что даже при сохранении нынешней численности населения планеты для равного обеспечения всех на уровне высокоразвитых регионов необходимо стократное увеличение получаемых материальных благ и многократное увеличение производства продуктов питания. В то же время в других районах Земли, характеризующихся высоким уровнем давления на биосферу, беспокойство вызывает

слишком незначительный прирост численности населения или даже его сокращение, как в России.

В нашей стране, несмотря на ее огромные размеры и природные богатства, *население* ***сокращается*** *на 1,5 млн. в год, а продолжительность жизни мужчин уменьшилась до отметки 57 лет, что в целом свидетельствует о начале процесса депопуляции*. В некоторых же других, странах (Китае, Индии) проводятся целенаправленные работы по планированию семьи с целью снижения темпов роста населения.

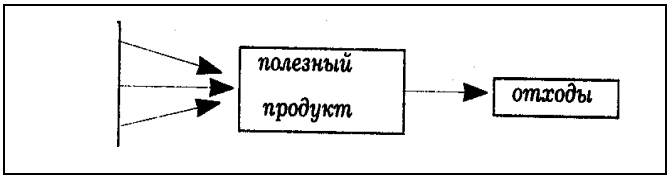
К ощущению современным человеком временной ограниченности жизни прибавилось осознание пространственной ограниченности нашей среды обитания, хотя последствия человеческой деятельности и в пространственном, и во временном отношении с каждым годом становятся все более продолжительными и внушительными.

Характерной особенностью нашего времени *является* ***интенсификация и глобализация*** воздействия человека на окружающую его природную среду, что сопровождается небывалыми ранее интенсификацией и глобализацией негативных последствий этого воздействия. Раньше человечество испытывало локальные и региональные экологические кризисы, которые могли привести к гибели какой-либо цивилизации, но не препятствовали дальнейшему прогрессу человеческого рода в целом. Теперешняя экологическая ситуация чревата глобальным экологическим коллапсом, поскольку современный человек разрушает механизмы целостного функционирования биосферы в планетарном масштабе. Кризисных точек как в проблемном, так и в пространственном смысле становится все больше, и они оказываются тесно связанными между собой, образуя становящуюся все более частой сеть. Именно это обстоятельство и позволяет говорить о наличии глобального экологического кризиса и угрозе экологической катастрофы.

Какова современная экологическая ситуация на нашей планете? Процессы жизнедеятельности человека можно в общем плане представить следующим образом. Человек берет у природной среды необходимые ему вещества, энергию и информацию, преобразовывает их в полезные для себя продукты (материальные и духовные) и возвра-

щает в природу отходы своей деятельности, образующиеся как при преобразовании исходных веществ, так и при использовании изготовленных из них продуктов. Материально-производственная часть деятельности человека выражается в незамкнутой цепи:

Вещество
Энергия
Информация



Каждый из этих элементов влечет за собой, помимо всего прочего, негативные последствия, которые можно разделить (конечно же, до некоторой степени условно) на реальные отрицательные последствия, ощутимые сейчас (например, загрязнение природной среды, эрозия почвы и т. д.) и потенциальные опасности (исчерпание ресурсов, техногенные катастрофы и др.).

12.2. Структура экологического кризиса

Деградация окружающей природной среды - это разрушение или существенное нарушение экологических связей в природе, обеспечивающих обмен веществ и энергии внутри природы, между природой и человеком, вызванное деятельностью человека, проводимой без учета законов развития природы. Деградация окружающей природной среды прежде всего сказывается на здоровье человека и состоянии его генетического фонда. Более 20% территории России находится в критическом экологическом состоянии, в районе зон экологического бедствия. В настоящее время более 70 млн. людей дышит воздухом, насыщенным опасными для здоровья веществами, в 5 раз и более превышающими предельно допустимые нормы. Сокращается рождаемость и увеличивается смертность населения. Средняя продолжительность жизни в стране 69,5 лет, что на 8-10 лет меньше средней продолжительности жизни людей в 44 капиталистических странах. Каждый десятый ребенок в бывшем СССР (и следовательно в значительной части России) рождается генетически неполноценным. У 45% призывников выявлены нарушения психики. По данным 1990 г.

более 50% населения бывшего СССР имеет ослабленное здоровье, из них 50 млн. человек относится к числу хронически больных либо физически неполноценных. Каждая четвертая женщина не может родить по генетическим обстоятельствам здорового ребенка, каждый четвертый мужчина - импотент.

Деградация окружающей природной среды и ее последствия - лишь одна сторона проявления экологического кризиса. Другой стороной, социальной, является кризис государственных и общественных структур, не способных обеспечить проведение эффективных мер по экологической безопасности общества. Внешне это проявляется, во-первых, в недостаточно эффективной работе специальных органов по охране окружающей природной среды, специальных органов по охране и использованию лесов, рыбных ресурсов, животного мира, недр.

Во-вторых, экологический кризис проявляется в неспособности правоохранительных органов обеспечить надежный контроль и надзор за выполнением законов об охране окружающей среды.

В-третьих, экологический кризис проявляется в социальном аспекте в массовом эколого-правовом нигилизме, то есть в массовом неуважении эколого-правовых требований, в нарушении или невыполнении их.

12.3. Современные экологические катастрофы.

Отрицательное действие человека на окружающую среду началось очень давно. Например, оголение горных склонов Ливана произошло около 5000 лет назад, когда по приказу царя Соломона для строительства дворцов и храмов вырубили рощи ливанских кедров на значительной территории. Густые леса Далмации начали интенсивно уничтожать при создании римского флота. На большей части Китая и Индии леса были полностью вырублены еще в прошлом тысячелетии.

В государствах античного мира техногенез стал важным фактором изменения окружающей среды: была коренным образом изменена природа долин Нила (Египет), Хуанхэ (Китай), Тигра и Евфрата (Вавилония), Аму-Дарьи (Хорезм) и др.

В античную эпоху использовались лишь 19 элементов, в XVIII в. - 28, в XIX в. - 50, сейчас - все 89 природных элементов, а также ряд искусственных - плутоний, нептуний, калифорний и др.

То, что современный экологический кризис является обратной стороной НТР, подтверждает тот факт, что именно те достижения научно-технического прогресса, которые послужили отправной точкой объявления о наступлении НТР, привели к самым мощным экологическим катастрофам на нашей планете. В 1945 году была создана атомная бомба, свидетельствуя о новых невиданных возможностях человека. В 1954 году была построена первая в мире атомная электростанция в Обнинске, и на «мирный атом " возлагалось много надежд. А в 1986 году произошла самая крупная в истории Земли техногенная катастрофа на Чернобыльской АЭС как следствие попытки «приручить» атом и заставить его работать на себя.

В результате этой аварии выделилось больше радиоактивных материалов, чем при бомбардировке Хиросимы и Нагасаки. «Мирный атом» оказался более страшным, чем военный. Человечество столкнулось с такими техногенными катастрофами, которые вполне могут претендовать на статус суперрегиональных, если не глобальных.

Чернобыльская авария затронула более 7 млн. человек и коснется еще многих, в том числе и неродившихся, поскольку радиационное заражение влияет не только на здоровье живущих ныне, но и тех, кому предстоит родиться. Средства же на ликвидацию последствий катастрофы могут превысить экономическую прибыль от работы всех АЭС на территории бывшего СССР.

Чернобыль разрешил споры о том, можем ли мы говорить об экологическом кризисе на нашей планете или всего-навсего об экологических трудностях, переживаемых человечеством, и насколько уместны слова об экологических катастрофах. Чернобыль был экологической катастрофой, захватившей несколько стран, последствия которой трудно полностью предугадать.

Второй крупнейшей катастрофой суперрегионального масштаба является высыхание Аральского моря. Еще несколько десятилетий назад газеты прославляли строителей Каракумского канала, благодаря которому вода пришла в бесплодную пустыню, превратив

ее в цветущий сад. Но прошло немного времени, и выяснилось что победные реляции о «покорении" природы оказались опрометчивыми. Полезный эффект от орошения был далек от расчетного, почвы на громадной территории оказались засоленными, вода в многочисленных каналах стала высыхать, и вслед за этим приблизилась катастрофа, которая, в отличие от чернобыльской, не случилась; мгновенно в результате аварии, а понемногу подбиралась годами с тем, чтобы предстать во всем своем ужасающем виде.

В настоящее время площадь Арала уменьшилась наполовину, а ветры принесли токсичные соли с его дна на плодородные земли, отдаленные на тысячи километров. «В питьевую воду попало такое количество химических сбросов, что матери в районе Аральского моря не могут кормить грудью своих детей, не подвергая их риску отравления» *(Фешбах М., Френдли А. Экоцид в СССР. — М., 1992.* — С. 2). Спасти Арал уже не удастся, и этот отрицательный опыт преобразования лика Земли подтверждает вывод Вернадского о том, что человек стал величайшей геологической силой на нашей планете.

Чтобы не создалось впечатление, что экологические катастрофы происходят только на территории б. СССР, упомянем о катастрофе, вызванной вырубанием тропических лесов Бразилии, что может повлиять на изменение климата на планете с последствиями, которые трудно представить в полном объеме.

К глобальному экологическому кризису ведет неумеренная хозяйственная деятельность человека. Площадь антропогенных пустынь достигает 8% суши, города и промышленные зоны занимают более 2%. По аэрокосмическим данным ежегодно в мире вырубается от 7 до 20 миллионов га леса, тропические леса - основной поставщик 0_2 в атмосферу Земли - вырублены на 50%, леса умеренного пояса - на 40%. Вырубка лесов резко усиливает эрозию почв, запыление атмосферы, нарушает глобальные круговороты воды, CO_2 и O_2. Принос SO_2 в Скандинавию из Англии и ФРГ привел к вымиранию лососей, поскольку pH в ряде рек уменьшилась до 4,0. В канадской провинции Онтарио из-за кислых дождей, поступающих из США, стали безжизненными более 150 озер. Более 50% SO_2 в атмосфере Земли имеет техногенное происхождение. В десятки раз выше нормы содержание

тяжелых металлов, органических соединений и нефтепродуктов в среднем и нижнем течении крупнейшей реки США - Миссисипи. В Молдавии постоянное многолетнее опрыскивание виноградников медным купоросом (защита от вредителей) привела к заражению почв солями меди (до 1-2% Cu^{2+}).

Для крупных промышленных городов всего мира характерно загрязнение свинцом; почвы и растения городов содержат Pb в 20-30 раз больше, чем за их пределами. Загрязнение атмосферы городов выхлопами машин (CO_2, CO, NO, SO_2) вредно не только для дыхательных путей, но и наносит существенный вред архитектуре - облицовке зданий, состоянию бронзовых и мраморных статуй и т.д. Афинскому Акрополю за последние 25 лет нанесено больше вреда, чем за предыдущие сотни лет.

Особую экологическую опасность представляют автотрассы. В США исследования полосы шириной 50 м по обочинам шоссе 1 и шоссе Вашингтон - Балтимор показало, что за счет заражения почвы земляные черви резко обогащены свинцом, цинком, никелем и кадмием; птицы, поедающие этих червей, погибают от отравления тяжелыми металлами.

Внимание экологов привлекает **проблема сине-зеленых водорослей**. Строительство ГЭС на Волге, Днепре, Дону уменьшило проточность воды в реках, возникли застойные зоны, куда сносятся фосфор, нитраты, калий с удобряемых полей. В итоге вода "цветет", бурно развиваются сине-зеленые водоросли, в воде исчезает кислород, гибнет рыба, вода обогащается продуктами гниения и становится негодной для питья.

Борьба с сине-зелеными водорослями осложнена их исключительной устойчивостью. Они развиваются даже в горячей воде урановых котлов атомных реакторов.

В глобальном масштабе идет загрязнение вод океана. Съемки из космоса показали, что до 30% поверхности океана содержит нефтепродукты. Нефтяное загрязнение в связи с катастрофами гигантских танкеров с сотнями тысяч тонн нефти на борту иногда принимает характер экологических катастроф; такое событие имело место у берегов Аляски в 1986 г.; у берегов Японии - в 1996 г. и т.д. Особенно за-

грязнены внутренние моря и прибрежные воды Балтийского, Черного, Средиземного, Эгейского и др. морей. Сюда в огромном количестве поступают техногенные загрязнители - хлороорганические токсиканты (ДДТ, полихлорированные бифенилы и др.), радионуклиды (^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{238}Pu, ^{3}H, ^{144}Ce), нитраты и фосфаты минеральных удобрений, нефтепродукты, тяжелые металлы - Hg, Cd, Pb, Zn, Cu, As, Cr. В зараженной воде в огромных количествах размножаются микроорганизмы, что сопровождается массовой гибелью рыб: такие явления наблюдались у берегов Калифорнии и Флориды.

Среди причин истощения, загрязнения и разрушения природной среды, исходящих от антропогенной деятельности человека можно выделить объективные и субъективные. К *объективным* можно отнести следующие.

***Во-первых**,* это *предельные способности земной природы к самоочищению и саморегуляции.* До определенного времени земная природа перерабатывает, очищает отходы человеческого производства, как бы защищая себя от их вредного воздействия. Но возможности ее ограничены.

***Во-вторых**, физическая ограниченность земельной территории в рамках одной планеты.* Вследствие этого запасы полезных ископаемых - каменного угля, нефти и других, которые используются человеком, постепенно расходуются и перестают существовать.

***В-третьих**, безотходность производства в природе и отходность человеческого производства.* В природе производство осуществляется по замкнутому циклу. Оно безотходно. Конечный же продукт производственной деятельности становится исходным для нового производственного цикла. В отличие от природного человеческое производство является отходным. Подсчитано, что для жизнедеятельности человека необходимо в год расходовать не менее 20 т природных ресурсов. Из них лишь 5-10% идут на продукцию, а 90-95% поступают в отходы.

***В-четвертых**, познание и использование человеком законов развития природы в процессе использования природы и накопления опыта.*

Здесь следует назвать *две особенности проявления результатов воздействия человека на природную среду*. Первая касается влияния во времени. Результаты производственно-хозяйственной деятельности, загрязнение окружающей среды, разрушение ее экологических связей проявляются не только в настоящем, при жизни данного поколения, но и в будущем, при жизни других поколений.

Вторая особенность относится к проявлению последствий хозяйственной деятельности в пространстве. Воздействие, оказываемое хозяйствованием на природу в определенном месте, в определенной точке, благодаря действующим законам единства и взаимосвязи природной среды оказывает свое влияние на другие регионы, отдаленные от точки воздействия человека на окружающую среду.

К **субъективным причинам** относятся:

Во-первых, недостатки организационно-правовой и экономической деятельности государства по *охране окружающей среды.*

Во-вторых, дефекты экологического воспитания и образования. *Экологическое невежество* - нежелание изучать законы взаимосвязи человека и окружающей среды.

Экологический нигилизм - нежелание руководствоваться этими законами, пренебрежительное отношение к данным законам. Оба этих фактора также влияют на состояние окружающей среды.

Экологический кризис (ЭК) характеризуется (Реймерс, 1992) не столько, усилением воздействия человека на природу, сколько резким увеличением влияния измененной людьми природы на общественное развитие *(эффект бумеранга).* Наиболее известны экологические кризисы перепромысла крупных позвоночных животных (50-10 тыс. лет назад) и современный экологический кризис.

От экологического кризиса следует отличать экологически проблемную ситуацию и катастрофу экологическую: кризис - обратимое состояние, в котором человек выступает активно действующей стороной, катастрофа - необратимое явление, человек тут вынуждено пассивная, страдающая сторона, он не может изменить ситуацию; в более широком эволюционном понимании ЭК - фазы развития биосферы, на которых происходит качественное обновление живого ве-

щества (относительно быстрое вымирание одних видов и возникновение других).

12.4. Реальные экологически негативные последствия

Проблема загрязнения природной среды становится столь острой как из-за роста объемов промышленного и сельскохозяйственного производства, так и в связи с качественным изменением производства под влиянием научно-технического прогресса. *Всего лишь 1-2% используемого природного ресурса остается в конечном произведенном продукте, а остальное идет в отходы, которые не усваиваются природой.*

Многие металлы и сплавы, которыми пользуется человек, неизвестны природе в чистом виде, и, хотя они в какой-то мере подвластны утилизации и вторичному употреблению, часть их рассеивается, *накапливаясь в биосфере* в виде отходов. Проблема загрязнения природной среды в полный рост встала после того, как в XX в. человек существенно расширил количество используемых им металлов, стал изготавливать синтетические волокна, пластмассы и другие вещества, имеющие свойства, не только не известные природе, но вредные для организмов биосферы. *Эти вещества (количество и разнообразие которых постоянно растет) после их использования не поступают в природный кругооборот*. Отходы производственной деятельности все больше загрязняют литосферу, гидросферу и атмосферу Земли. Адаптационные механизмы биосферы не могут справиться с нейтрализацией увеличивающегося количества вредных для ее нормального функционирования веществ, и естественные системы начинают разрушаться.

Конкретных примеров загрязнения природной среды в литературе приведено великое множество. Известны основные источники загрязнения — автомобили, промышленность, теплоэлектростанции. Выявлены и изучены важнейшие загрязнители — окись углерода, соединения свинца, асбестовая пыль, углеводороды, ртуть, кадмий, кобальт и другие металлы и соединения.

Обычно говорят о загрязнении почвы, воды, воздуха, растительных и животных организмов. В конечном счете это отражается на человеке. Темпы роста отрицательных последствий человеческой деятельности ставят под сомнение не только способность природы справиться с ними, но и адаптационные возможности самого человека.

Все соматические нейропсихические особенности человеческого организма являются следствием эволюционного развития, результатом формирующего влияния стабильных природных факторов. Резкое изменение этих условий в современную эпоху, наличие физических и химических факторов, с которыми организм никогда в ходе эволюции не взаимодействовал, может привести к тому, что механизмы биологической и социальной адаптации окажутся не в состоянии сработать. «Технический прогресс вызвал к жизни массу новых факторов (новые химические вещества, различные виды радиации и т. д., перед которыми человек как представитель биологического вида, практически беззащитен. У него нет эволюционно выработанных механизмов защиты от их воздействия» Получено много данных о роли загрязнения природной среды в возникновении различных заболеваний. *Загрязнение воздуха в промышленных центрах, по заключению экспертов Всемирной организации здравоохранения, — главная причина распространения хронических бронхитов, катаров верхних дыхательных путей, пневмонии, эмфиземы и одна из причин, вызывающих рак легких.*

Есть факты и более тревожные. Исполнительный директор программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), созданной после проведения в 1972 году конференции ООН по окружающей среде, М. Толби пишет: «Периоды действия различных канцерогенных загрязнителей окружающей среды на человека все время удлинялись, и сейчас специалисты полагают, что в 60-90% случаев можно усмотреть прямую или косвенную связь между раком и окружающей средой. Канцерогенные факторы содержатся в воздухе, воде, производственных материалах, пищевых продуктах, табачных изделиях» (когда речь идет о пищевых продуктах, имеются в виду прежде всего различные пищевые добавки). «Известно, что многие химические вещества являются

канцерогенами; в этой роли выступают, по-видимому, даже медикаменты» (Толби М. *Человек и окружающая суда: причины и следствия // Здоровье мира. — 1978.* — С. 3).

Получены настораживающие данные о влиянии загрязнения природной среды на генетический аппарат человека. В местах с высокой степенью загрязненности стали появляться на свет так называемые «желтые дети», страдающие врожденной желтухой.

Загрязнение природной среды привело к появлению новых заболеваний, таких, как болезнь *минамата*, вызванная отравлением ртутью, и болезнь *итаи-итаи* от отравления кадмием.

Особенно острая ситуация сложилась в крупных городах, где объемы твердых отходов резко возрастают, достигая *1 т в год на одного жителя*. Сжигание городского мусора, содержащего значительные количества компонентов, которые не подвергаются минерализации в почве (стекло, пластмасса, металл), приводит к дополнительному загрязнению атмосферного воздуха, которое и так, как правило, превышает по большинству агентов предельно допустимые концентрации (ПДК).

70 миллионов жителей 103 городов бывшего СССР вдыхают воздух, содержащий токсичных веществ в 5 раз больше ПДК. В 66 городах уровень загрязненности в 10 раз больше (для 40 млн).

«*Урбанизация нарушает биогеохимические циклы*, поскольку город получает продукты, собранные с огромного по площади пространства, изымая с полей и пастбищ множество веществ, но не возвращая их обратно, потому что большая часть этих веществ после использования попадает в сточные воды и отбросы. А те и другие через канализацию со сточными водами переходят, минуя поля, в грунтовые воды, в реки и, наконец, аккумулируются в океане» *(Человек и среда его обитания // Вопросы философии. — 1973.— № 3. — С.* 55).

Некоторые последствия урбанизации пока еще трудно оценить. К таковым относится, например, просадка центральных районов городов, застроенных высотными зданиями, с компенсирующими поднятиями поверхности в пригородах.

Одним из путей предупреждения загрязнения природной среды являются *попытки упрятать отходы* как можно дальше (стратегия

«высоких труб»). Соответствующие предложения (например, ликвидация отходов путем сбрасывания их в спрессованном виде в тектонически активные зоны океанов с тем, чтобы они в дальнейшем погрузились в мантию, и другие подобные предложения) не могут не навести на мысль: а не приведет ли это к еще большим трудностям?

12.5. Потенциальные экологические опасности

В предыстории и истории человечества выделяют следующие экологические кризисы:

1) *доисторическое и доантропогенное изменение среды* обитания живых существ, вызвавшее возникновение прямоходящих антропоидов - непосредственных предков человека;

2) *относительное обеднение* доступных примитивному человеку ресурсов промысла и собирательства, обусловившее стихийные биотехнические мероприятия типа выжигания растительности для ее лучшего и более раннего (с наступлением весны, влажного периода года) роста;

3) *первый антропогенный ЭК* - массовое уничтожение (перепромысел) крупных животных - "кризис консументов", связанный с последовавшей за ним сельскохозяйственной экологической революцией;

4) *ЭК засоления почв и деградации примитивного поливного земледелия*, недостаточности его для растущего народонаселения Земли, приведший к преимущественному развитию неполивного земледелия;

5) *ЭК массового уничтожения и нехватки растительных ресурсов* ("кризис продуцентов"), связанный с бурным развитием производственных сил общества; этот ЭК опосредованно вызвал широкое вовлечение минеральных ресурсов, промышленную, а затем и научно-техническую революцию;

6) *современный кризис угрозы недопустимого глобального загрязнения* (редуценты не успевают очищать биосферу от антропогенных продуктов или потенциально не способны это сделать в силу неприродного характера выбрасываемых синтетических веществ, по-

этому этот кризис можно назвать "кризисом редуцентов"), которому соответствует высший этап научно-технической революции - реутилизации продуктов и условного замыкания технологических циклов.

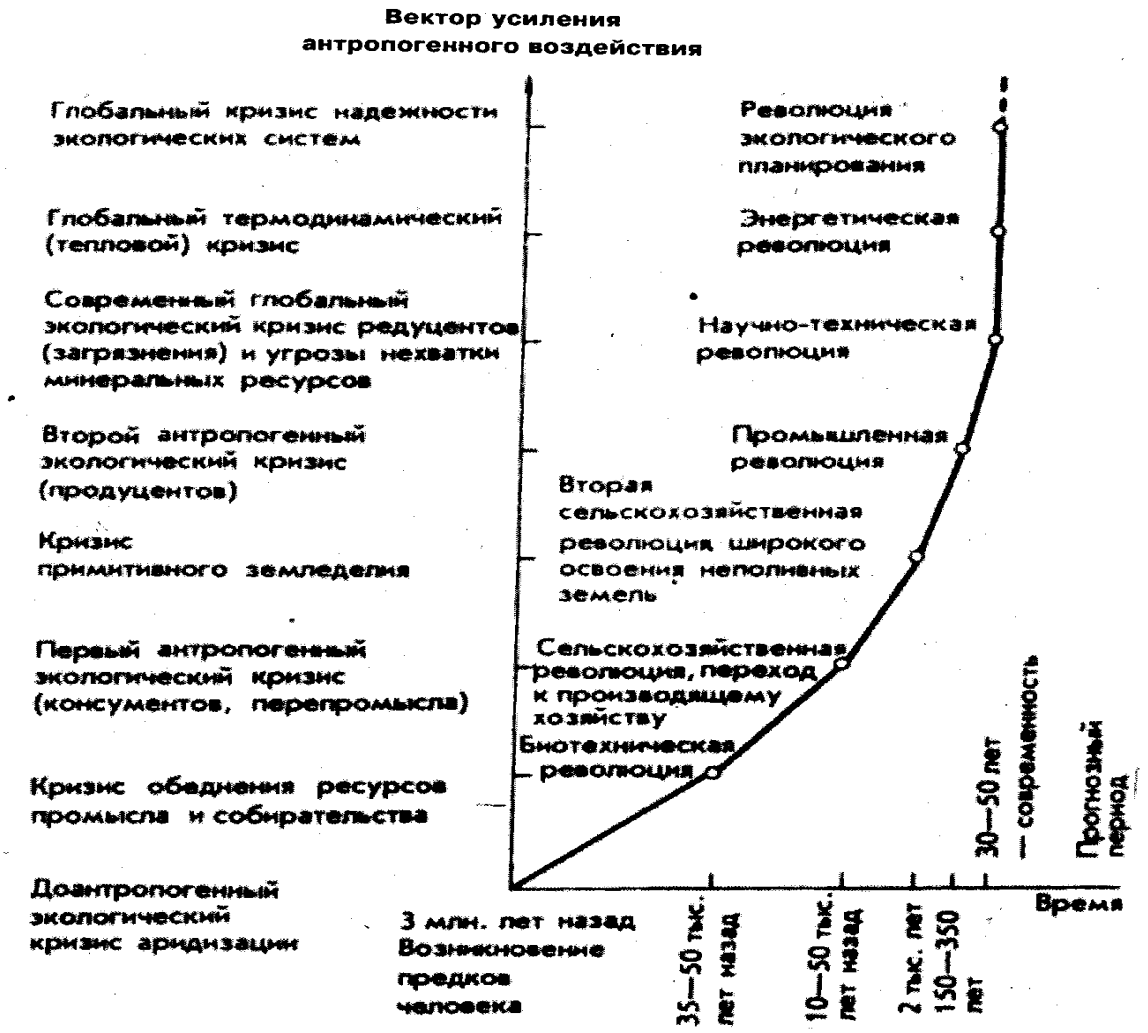


Рисунок 24. Экологические кризисы и революции (масштаб условный)

Почти одновременно с "кризисом редуцентов" наступает два других экологических напряжения - *термодинамическое* (кризис термодинамический) и снижения *надежности крупных экологических систем.* Связаны они с экологическими ограничениями производства энергии в приземном слое Земли и нарушением природного экологического равновесия. Эти ЭК ближайшего будущего будут разрешены на основе революционного изменения энергетики и широкомасштабного экологического планирования. Первое будет заключаться в максимальной экономии энергии и переходе к ее источникам (прежде всего солнеч-

ным), почти не добавляющим тепло в приземный слой атмосферы, второе - в регулируемом использовании природных экосистем, оптимизации соотношения естественных и преобразуемых человеком их разностей.

Среди *потенциальных экологических опасностей* отметим вначале те, которые могут актуализироваться в будущем при сохранении существующих тенденций технико-экономического развития. К ним можно отнести опасности исчерпания традиционных видов природных ресурсов, теплового перегрева планеты, разрушения озонового щита, сокращения количества кислорода в атмосфере и др.

Рассмотрим более подробно **проблему исчерпания природных ресурсов.** *Все ресурсы природы можно разделить* (до некоторой степени условно) на возобновимые и невозобновимые. Если *ресурсы живой природы естественно* возобновимы, то лишь небольшая часть ресурсов неживой природы может быть отнесена к таковым. Из *невозобновимых природных богатств первостепенное значение имеют полезные ископаемые,* т. е. минеральные вещества, которые на данном этапе развития производительных сил добывать из Земли технологически возможно и экономически выгодно для обеспечения потребностей в минеральном сырье.

Темпы роста производительных сил в значительной мере зависят от степени изученности и интенсивности разработки месторождений полезных ископаемых. В условиях невиданно высоких в эпоху научно-технической революции темпов развития промышленности и сельского хозяйства потребности в минеральном сырье стремительно возрастают. Потребление полезных ископаемых заметно опережает рост населения. Предполагается, что и в дальнейшем такое положение сохранится.

Практическая невозобновимость естественным путем большинства полезных ископаемых ставит перед человечеством сырьевую проблему. Ведь природе требуется много тысяч лет для накопления запасов, к примеру, каменного угля, сжигаемого человеком за 1 год. Безусловно, в прогнозах учитываются лишь обнаруженные месторождения или принимается во внимание возможность небольшого увеличения запасов. Говорить об исчерпании всех полезных иско-

паемых, когда исследована только ничтожная часть радиуса земного шара, по крайней мере преждевременно. Теоретически все вещество Земли можно рассматривать как потенциальное полезное ископаемое, поскольку в принципе из обыкновенного гранита можно получать железо, цветные металлы, золото и т. д. На практике же *проблема природных ресурсов и охраны недр от истощения* (в связи с конечностью имеющихся в наличии запасов и дефицитностью некоторых видов минерального сырья) *может стоять довольно остро*, и это вполне справедливо для современной эпохи.

Приведем современные данные только по одному из невозобновимых ресурсов – **нефти**. Газета «Аргументы и Факты»[1] утверждает, что скоро планета останется без нефти. Именно поэтому 50 долларов за баррель - цена на нефть с завидным упорством бьет мировые рекорды, и, по утверждениям маститых экспертов, это еще не предел. Академик Велихов однажды назвал нашу цивилизацию нефтяной. Он был прав: именно нефти мы обязаны таким невероятным взлетом. Всего сто пятьдесят лет назад нефть продавали в аптеках маленькими пузырьками - смазывать горло при ангине. 150 лет назад людей на Земле было немногим больше миллиарда. 150 лет назад абсолютное большинство населения жило в сельской местности.

А потом возникли автомобиль, газомазутные электростанции и нефтехимическая промышленность. Нефть начали добывать миллиардами тонн, на дешевой энергии число людей на планете увеличилось вшестеро, пошел процесс урбанизации - большая часть населения развитых стран (как раз там, где потребляется много нефти) переселилась в города. Горожане развили науку немыслимыми ранее темпами, вышли в космос, опутали Землю сетью проводов, "подвесили" в воздух тысячи самолетов. Взять хоть самое элементарное - одежду. Только благодаря синтетике, которой в нашей одежде от 40 до 100%, невероятно размножившееся человечество сумело обеспечить себя одеждой, ведь естественных природных материалов на такую ораву народа просто не хватит! А синтетику (пластмассу) делают из нефти.

[1] Газета «Аргументы и Факты» №40, 2004 г

Нефть - кровь цивилизации. Ее добыча год от года растет. А запасы тают. Не врежется ли гудящий поезд цивилизации на полном ходу в тупик безнефтья?

Международная Ассоциация по изучению конъюнктуры нефтяного спроса (ASPO) провела расчеты, согласно которым через 10 лет в мире начнется планетарный кризис из-за того, что потребность в нефти наконец превысит ее добычу, - это вызовет войны почище иракской. Еще более страшную картину нарисовало Российское Министерство природных ресурсов: полтора года назад специалисты этого министерства подсчитали, что все разведанные запасы нефти в России будут полностью исчерпаны к 2040 году. Но уже через два месяца министерство внесло спешную поправку - не к 2040-му, а к 2010 году! Глобальный спрос на нефть превысит мировую добычу в 2010 году. Наступит энергетический кризис, который затронет каждого землянина.

Сто лет назад основным энергоресурсом землян был уголь. Угольная цивилизация устроена совсем по-другому, нежели нефтяная. Угольная требует, чтобы большинство населения проживало в сельской местности и производило продукты питания. Угольная цивилизация пашет на лошади и собирает урожай без комбайна. А нефтяная заливает в мотор солярку и распыляет удобрения...

Трактор и химические удобрения так повысили производительность сельского хозяйства, что сельское меньшинство населения теперь легко может прокормить городское большинство. В Европе немногочисленных фермеров правительство даже просит не слишком усердствовать - продукты девать некуда. На получение одной пищевой калории современное сельское хозяйство тратит до 10 калорий. Это калория минерального сырья - топлива и машинных масел, производимых из нефти.

А теперь в порядке мысленного эксперимента "выключим" нефть. Количество пищи упадет в десять раз. Это означает голод... Да даже если бы не упало! На чем это мифическое продовольствие из сел подвозить в города? Ведь машины и тепловозы стоят! Массовый исход голодного населения, бегущего от каннибализма из замерзающих городов "на землю", не спасет положения: во-первых, на "лоша-

диной технологии" такое количество народу земля уже не прокормит – пахотных земель на всех просто не хватит.

Во-вторых, уже нет того поголовья лошадей - одномоментно потребуется сразу миллион голов. Часть населения, конечно, выживет. Но они будут отрезаны друг от друга, потому что через несколько лет без ремонтов придут в негодность дороги, ведь асфальт - это тяжелые фракции нефти. У людей не будет электричества вовсе не потому, что львиная доля электроэнергии вырабатывается из нефтепродуктов на газомазутных станциях, а просто потому, что на электростанциях некому будет работать.

Что же делать? Развивать угольные, гидро- и атомные электростанции, пока не поздно, и переходить на электромобили и электротрактора? Не получится. Дело в том, что все автомобили мира потребляют энергии в несколько раз больше, чем производят все мировые электростанции. Мы не можем даже за сто лет утроить число электростанций на планете. Это просто нереально. В богатой Америке одно время строительство электростанций вообще было заморожено: слишком дорого. Именно поэтому пару лет назад Калифорния столкнулась с дефицитом энергии и веерными отключениями электричества.

Самые большие запасы нефти сосредоточены в районе Персидского залива. Некоторые аналитики полагают, что исчерпание цивилизованным миром своей нефти позволит арабам-монополистам развязать против христианской цивилизации «нефтяной джихад». Действительно, почему бы радикальным исламистам не начать диктовать Западу свои условия, если «кровь цивилизации» будет у них в руках?

Можно отметить такие негативные моменты, как увеличение затрат на геологоразведочные работы и добычу полезных ископаемых, поскольку найти полезное ископаемое становится все труднее, и в разработку приходится вовлекать месторождения с более бедными рудами, находящимися к тому же в более сложных геологических условиях. Научно-технический прогресс требует широкого применения цветных и редких металлов. Но их содержание в руде обычно не превосходит 1-3%. Кроме того, коэффициент извлечения для этих металлов 50-70%, а для редких металлов — 4-20%. Остальная порода нака-

пливается в отвалах, увеличивая без того огромные пространства так называемого «лунного пейзажа».

Существенного улучшения результатов можно достичь при комплексном извлечении полезных компонентов из руды. Экономически открытый способ добычи полезных ископаемых выгодней, чем шахтный, но и он влечет за собой отрицательные последствия. Для того, чтобы добыть полезные ископаемые таким образом, надо с каждым годом снимать все больше пустой породы, что увеличивает площади, изымаемые из землепользования, и количество пустой породы в отвалах. Из-за запыления местности при открытом способе добычи понижается урожайность сельскохозяйственных культур в близлежащих районах.

Намного лучше, казалось бы, положение с ***возобновимыми ресурсами***. Однако именно их *возобновимость вызывала самоуспокоенность и вела к тому, что, истребляя ценные виды животных и растений, человек не думал, или зачастую препятствовал их естественному возобновлению*. В общей сложности с 1600 года исчезли *226 видов и подвидов позвоночных животных* (причем за последние 60 лет — 76 видов) и около 1000 видов находится под угрозой гибели *(Смит Р. Л, Наш дом планета Земля. — М., 1982. — С. 188).*

Технические средства лова постоянно совершенствуются, в то время, как возможности естественного воспроизводства возобновимых ресурсов остаются на прежнем уровне или, если растут, не в такой степени. Поэтому дальнейшая интенсификация добычи животных может привести ко все более неблагоприятным экологическим последствиям.

К воспроизводимым ресурсам относятся также *пресные воды*. Их запасы на земном шаре велики, однако потребности в них промышленности, сельского и жилищно-коммунального хозяйства возрастают с огромной быстротой. На производство получающих большое распространение новых металлов (таких, как титан) и особенно химических изделий (например, синтетических волокон) идет в несколько или даже несколько десятков раз больше воды, чем на производство стали. В домах со всеми удобствами расход воды намного больше, чем в домах, не оборудованных водопроводом. Интенсивная

добыча воды приводит (особенно в больших городах, где плотная застройка препятствует естественному стоку и, следовательно, естественному пополнению самых ценных для человека верхних горизонтов подземных вод) к понижению уровня и постепенному истощению запасов.

Дефицит подземных вод ощущается во многих районах земного шара, например, в Бельгии, Германии, Швейцарии. Такая же ситуация в некоторых регионах России и может распространиться на другие. Несколько лет велись исследования проблемы переброски части стока вод северных и восточных рек СССР на юг, но эта проблема не только технически, но особенно экологически исключительно сложна. Были высказаны предположения, что поворот рек может замедлить вращение Земли из-за перемещения огромных масс воды. Пожалуй, самое позитивное экологическое событие последних 10 лет — отказ от этого самоубийственного шага.

Не поспевает за вырубкой воспроизводство лесов. Чтобы вырубить участок леса в 1 га, требуется 1 день, а чтобы вырастить такой участок, нужно 15-20 лет. Кроме того, интенсивная рубка лесов может привести к оползневым процессам, наводнениям и другим разрушительным природным явлениям. Чрезмерная вырубка лесов, так же как и ошибки в ирригационном строительстве, перевыпас скота и др., и в прошлом была источником экологических трудностей и даже одной из причин ослабления и гибели цивилизаций. Этот факт наталкивает на мысль, что за много веков своего существования человек не стал экологически мудрее и не очень-то способен учиться на ошибках предков.

Подводя итог рассмотрению сырьевой проблемы, следует сделать вывод, что ценность каждого вида ресурса с ростом потребности в нем все более возрастает. Поэтому увеличивается и значение охраны природной среды от истощения.

Особо следует сказать о проблеме обеспечения энергетическими ресурсами. Основную приходную часть топливно-энергетического баланса составляет энергия, полученная за счет сжигания минерального топлива. Но запасы нефти и природного газа, по мнению специалистов, могут быть исчерпаны в ближайшем будущем.

Перспективы связывают с развитием атомной энергетики, которая способна обеспечить человечество огромным количеством дешевой энергии. *Атомная энергетика* более благоприятна в смысле предохранения природной среды от теплового и химического загрязнения, однако ее развитие влечет не поддающийся учету риск.

Атомная энергетика таит второй основной тип потенциальных опасностей — тех, которые могут актуализироваться в любой момент в результате случайных обстоятельств. Имеется в виду опасность интенсивного радиоактивного заражения природной среды, которое может произойти не только в результате применения атомного оружия, но также из-за аварий на АЭС. Нет технических систем со 100%-ной надежностью, поэтому хотя и трудно предугадать, где произойдут новые аварии, но в том, что они будут, сомневаться не приходится. Проблема захоронения радиоактивных отходов также до сих пор не решена.

Впереди и еще одна опасность. При существующих темпах роста энергии, вырабатываемой на Земле, следует ожидать, что ее количество станет соизмеримо в скором времени с количеством энергии, получаемой от Солнца. Ученые указывают на опасность теплового перегрева планеты и превышение энергетических барьеров биосферы.

Опасность теплового перегрева планеты усиливается и в связи с повышением содержания углекислого газа в атмосфере, что ведет к так называемому «парниковому эффекту». Сжигание топлива вносит ежегодно в атмосферу не менее 10^{10} т углекислого газа. Расчеты показывают, что повышение содержания углекислого газа может вызвать глобальное повышение температуры на Земле со всеми вытекающими отсюда последствиями — таянием льдов и т. п.

Ряд ученых, напротив, высказывает предположение о грядущем похолодании на нашей планете под влиянием антропогенной деятельности, связанным с запылением атмосферы и т. д. В любом случае резкие изменения климата (события последних лет говорят о том, что подобные процессы имеют место) могут вызвать катастрофические результаты. Здесь уместно напомнить о наличии *«триггерного эффекта»* в природе, когда незначительное воздействие может повлечь громадные перемены. Нельзя забывать, что экологические про-

цессы экспоненциальны и изменения в природе происходят не только эволюционно. Существуют пороги (энергетические и др.), превышение которых грозит резкими качественными преобразованиями.

12.6. Комплексный характер экологической проблемы

Отдельные регионы планеты, находящиеся на разных ступенях экономического развития, испытывают различные трудности: для развивающихся стран — это традиционная проблема нехватки пищевых продуктов, для развитых — перспектива исчерпания природных ресурсов и загрязнения природной среды. Кажется, что перед различными районами Земли стоят противоположные задачи. Так, в странах Юго-Восточной Азии одна из важнейших — проблема снижения рождаемости, в то время как во многих африканских и некоторых западных странах рост населения считается необходимым для развития промышленности и сельского хозяйства. На самом деле, все эти, казалось бы, разрозненные проблемы внутренне связаны между собой, и именно последнее обстоятельство сообщает качественное своеобразие современной экологической ситуации.

Переплетение экологически негативных последствий препятствует попыткам решить какую-либо частную экологическую проблему. При соответствующих усилиях, она может быть решена, но это ведет к возникновению и обострению других проблем. Происходит не окончательное решение, а как бы «сдвиг проблем».

Рассмотрим *проблему увеличения производства пищевой продукции*. Стремление получить больше сельскохозяйственной продукции стимулирует создание искусственных монокультурных систем взамен естественных. Но монокультуры более уязвимы для сорняков, насекомых — «вредителей», болезней и особенно чувствительны к климату.

В последнее десятилетие решение пищевой проблемы связывалось с так называемой *«зеленой революцией»* — выведением новых высокоурожайных сортов растений. Однако «зеленая революция» требует огромного количества минеральных удобрений, применение которых также вызывает отрицательные экологические эффекты.

Кроме того, новые селекционные сорта более восприимчивы к вирусным заболеваниям и дают продукцию, хоть и повышенной калорийности, но не обладающую столь же высоким содержанием белка и других компонентов, необходимых человеческому организму. Любое повышение человеком продуктивности экосистем приводит к увеличению затрат на поддержание их в стабильном состоянии вплоть до какого-то предела, когда дальнейшее повышение продуктивности становится невыгодным из-за чрезмерного роста затрат.

Американский эколог Л. Браун считает, что в принципе можно получить столько продовольствия, сколько требуется, но это вызовет такое давление на биосферу, которое та не сможет выдержать. *Необходимым оказывается стремиться к достижению не максимального, а некоторого компромиссного варианта, который является* оптимальным.

Данный пример не только демонстрирует комплексный характер экологической проблемы, но и помогает раскрыть противоречие между современной стратегией воздействия человека на среду его обитания и экологическими закономерностями. Для получения необходимого количества продовольствия человек стремится максимально повысить продуктивность экосистем, однако это желание противоречит направлению их развития. «Если цивилизации свойственно максимально увеличивать продуктивность, то природе свойственно стремиться к максимальной стабильности, и цели эти несовместимы. Как показывают экологические исследования, наиболее сложные и, следовательно, наиболее стабильные экосистемы обеспечивают наименьшую продуктивность. Ее можно повысить, только снижая стабильность экосистемы» *(Холдрен Д.П., Эрлих П. Р. Цит.соч.—С.21).*

Нынешний успех человека в борьбе с природной средой достигнут за счет увеличения риска, который следует рассматривать двояко:

- риск возможных побочных экологических явлений, связанный с тем, что наука не может дать абсолютный прогноз последствий воздействия человека на природную среду,

- риск случайных катастроф, связанный с тем, что технические системы и сам человек не обладают абсолютной надежностью. Здесь

оказывается справедливым одно из положений *Коммонера,* называемых им «законом» экологии: *«ничто не дается даром».*

На основании анализа экологической ситуации можно сделать вывод, что следует говорить скорее не об окончательном и абсолютном решении экологической проблемы, а о перспективах сдвига частных проблем с целью оптимизации взаимоотношений человека с природной средой в существующих исторических условиях. Данное обстоятельство обусловливается тем, что на осуществление целей человечества накладывают ограничения фундаментальные законы природы.

Принципиально важным конкретно-научным положением, накладывающим ограничения на человеческую деятельность, является сформулированный в кибернетике ***«закон необходимого разнообразия».*** *В соответствии с ним эффективное управление возможно только в том случае, когда внутреннее разнообразие управляющей системы не уступает внутреннему разнообразию управляемой системы. Человечество ставит перед собой задачу управления природой, и для этого оно должно или уменьшать разнообразие во внешней природе, или увеличивать свое внутреннее разнообразие) путем развития науки, культуры, совершенствования умственных и психосоматических характеристик человека).*

Оба отмеченных выше пути как будто бы полезны для целей управления, однако лишь второй путь — развития человеческой культуры — представляется надежным способом разрешения противоречий между человеком и природой. К сожалению, современная наука и практическая природопреобразовательная деятельность вместо того, чтобы выполнять неэнтропийную роль по отношению к природной среде, зачастую способствуют уменьшению разнообразия в природе.

Термодинамические и кибернетические закономерности являются фундаментальными. Их учет имеет огромное значение для выработки *природопреобразовательной стратегии человечества.* Пытаясь обойти эти ограничения наиболее «легким» путем, человек, нарушает фундаментальные принципы функционирования эколо-

гических систем, подрывая тем самым естественные основы своего существования.

Современная экологическая ситуация показывает, что влияние природы на человека зависит от объективных закономерностей ее развития, и это заставляет обращать пристальное внимание на изучение механизмов ее целостного функционирования. Так как в природе *«все связано со всем»,* невозможно воздействие на часть системы без последствий для всей системы (для биосферы, как и для отдельного организма). Отсутствие или повреждение нескольких связей система может компенсировать, но если их будет нарушено много или будут затронуты наиболее существенные из них, система прекращает существование. Чем она сложнее, тем больше у нее скомпенсированных связей, что и позволяет ее долго и безнаказанно разрушать. Но когда пройден порог адаптации, наступают необратимые изменения, что и происходит с биосферой в наше время.

12.7. Опыт и достижения развитых стран в преодолении экологических кризисных ситуаций

Вопросы преодоления последствий антропогенного воздействия на окружающую среду, на ее отдельные объекты (воздух, вода, почвы) остро стоят перед всеми странами мира. В этой ситуации представляется необходимым обобщение опыта передовых стан в выходе из кризисных ситуаций.

Представляет интерес возложение на предпринимателей обязанности в любое время представлять компетентным национальным органам по их требованию доказательства, что они выявили все существующие экологические опасности, приняли все необходимые меры экологической безопасности, предоставили работающему персоналу и поживающему вблизи населению всю информацию о состоянии производства и окружающей среды.

Некоторые ориентиры может дать практика Мирового банка. Его природоохранная деятельность началась с финансирования в начале 80-х гг. разовых природоохранных программ и мероприятий. Но практика показала неэффективность такого подхода. Природоохранная деятельность Мирового банка подверглась пересмотру и была сфор-

мулирована новая экологическая концепция на макроэкономическом уровне. К настоящему времени значительное число стран с помощью Мирового банка завершило разработку национальных планов действий по сохранению природной среды (Албания, Египет и др.); составляются масштабные национальные экологические планы для Боливии, Бурунди, Китая, Индии, Пакистана, в перспективе - Болгария, Польша, Тунис и некоторые другие государства.

Опыт оказания федеральной помощи неблагополучным территориям, отраслям и предприятиям накапливается в различных странах. В ФРГ принимались решительные меры по оздоровлению реки Рейн, переоснащению химических предприятий; снизить загрязнение удалось через перепрофилирование и приостановку предприятий-загрязнителей, переобучение и трудоустройство высвобождающихся рабочих, переселение жителей, адаптацию их на новом месте или в новой создаваемой среде обитания.

В ряде экологически масштабных зарубежных проектов оказывается полезной *категоризация проблем по степени остроты и важности* - по "*коричневому" и "зеленому*" спискам: в первый вносятся проблемы, требующие первоочередного решения (закрытие цехов, приостановление работы агрегатов, эвакуация населения и пр.); во второй - вопросы управления устойчивым развитием природопользования, снижения деградации ресурсов, их воспроизводства.

Входят в практику *экологические компенсационные фонды*. 15-20 % фонда формируется за счет государственного бюджета, остальное - за счет предприятий-загрязнителей с повышенным экологическим риском. Средства фонда расходуются на проведение реабилитационных мероприятий с последующим возмещением этих затрат причинителем вреда, если виновное лицо установлено.

Близок к этому институт *возмещения экологического вреда* при помощи страхования, хотя страхование от экологического риска не получает широкой поддержки, так как понятие экологического ущерба законодательно не определено, что создает сложности при наступлении страхового случая.

Лекция 13.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

13.1. Противоречия хозяйственной деятельности человека с окружающей средой. Интегральные ресурсы.

13.2. Основы экономики природопользования. Экологические принципы рационального природопользования

13.3. Традиционное и рациональное природопользование

13.4. Экология как научная основа рационального природопользования и охрана живых организмов

13.5. Концепция устойчивого развития

13.1. Противоречия хозяйственной деятельности человека с окружающей средой. Интегральные ресурсы.

Частичное или полное сокращение экономического или культурно-оздоровительного потенциала природных ресурсов вследствие антропогенных воздействий называется ***истощением природных ресурсов***.

Системная совокупность всех конкретных видов природных ресурсов: вещественных, энергетических и информационных как факторов жизни общества в сочетании с материальными и трудовыми ресурсами составляет ***интегральные ресурсы****.*

Представление конкретных видов природных ресурсов в виде интегрального ресурса позволяет выявить зависимость качественных и количественных изменений одного из ресурсов. Следует отличать воспроизводство природных ресурсов от их возобновления и восстановления, их экономического возмещения и замены, что практикуется в хозяйственной деятельности человека. Согласно Конституции большинства стран предприятия и ведомства - природопользователи платят натурную компенсацию государству, как исключительному собственнику природных ресурсов, за ущерб (вред) в природопользовании. При этом компенсация, например, восстановление леса, залужение

оголенных склонов и т.п. должна проводиться в месте нанесения ущерба непосредственно виновником ущерба или через подрядчиков.

По мере роста хозяйственной деятельности человека происходит и возрастание антропогенной нагрузки на природную среду. В связи с этим уместно задать вопрос: есть ли предел у природной среды в противостоянии антропогенным нагрузкам?

Для определения этого условия принят ***эколого-экономический потенциал***, который характеризует максимально допустимую антропогенную нагрузку на всю самоорганизованную совокупность природных систем ("систему систем" в масштабах Земли), не приводящую к необратимому разрушению структуры этой совокупности (ее иерархия), а также к значительным сбоям в проявлении системных законов и резкому ухудшению динамических качеств систем.

Экологическое ограничение - это ландшафтно-биологический или физико-химический "запрет", связанный с фактически происходящим или предполагаемым неблагоприятным воздействием хозяйственного мероприятия на среду жизни или технологические процессы в смежных отраслях хозяйств.

Экологическое ограничение **для энергетики** оценивается значением, близким по величине к энергетике глобального фотосинтеза, составляющим не более 0,2% от поступающей к поверхности Земли солнечной энергии. Преодолеть это экологическое ограничение практически невозможно. Оно является непреодолимым порогом и лимитом для всего человечества, и поэтому этой величиной ограничивается предельная мощность развития энергетики на Земле.

В природных системах взаимодействие вещества, энергии и информации, как энергетически слабое воздействие, воспринимаемое организмом в виде закодированных сообщений о возможностях многократно более мощных влияний на него со стороны других организмов или факторов среды, вызывающих его ответную реакцию, называется ***законом внутреннего динамического равновесия***.

Закон внутреннего динамического равновесия распространяется и на ответные реакции динамических качеств, отдельных взаимосвязанных природных систем и их иерархий при воздействии на них вещества, энергии и информации. Суть закона заключается в том, что

при взаимосвязях вещества, энергии и информации в динамических качествах отдельных природных систем и в их иерархии, любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально-структурные количественные и качественные перемены, но сохраняется общая сумма вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств системы, где эти изменения происходят.

Значимость ***закона внутреннего динамического равновесия*** и его следствий велика для природопользования. Закон внутреннего динамического равновесия и его следствия являются фундаментальной основой для природопользования и разработки природоохранной политики в народном хозяйстве. Так, пока изменения среды слабый произведены на небольшой площади, они ограничиваются конкретным локальным пространством или "гаснут" в цепи иерархии экосистем. Эти изменения природной среды не представляют опасности для биосферы в виде нарушений и загрязнений, так как в конечном итоге они рассасываются компонентами природной среды на уровне естественных круговоротов вещества и энергии на Земле.

Хозяйствование без учета экологических ограничений, особенно в течение времени, когда будут возникать и ощущаться отрицательные воздействия факторов среды на хозяйственные мероприятия и жизнь человека, называется ***экологическим волюнтаризмом***. Экологический волюнтаризм характеризуется отсутствием экологического подхода и экологического мышления.

При экологическом мышлении на первый план выдвигаются и признаются особые социальные ценности экологических благ, обеспечивающих максимальную продолжительность жизни человека и минимальную его заболеваемость. Предполагается, что природоразрушающие технологии постепенно будут заменены природосберегающими (малоотходными, биотехнологическими и др.) технологиями.

Правильное, научное понимание характера и силы экологических воздействий человека на природную среду как неминуемое изъятие из нее вещества и изменение физических и химических характеристик природы в ходе собственного развития характеризуется экологическим реализмом.

Экологический реализм исходит из предпосылки установления оптимальной нагрузки на природу со стороны хозяйственной деятельности человека. Он утверждает, что развитие нооценозов идет от чисто технологических и экономических устремлений к экологическим цепям через понимание экологических ограничений, а также от необходимости сохранения природной и окружающей человека среды для нынешнего и будущих поколений людей.

В настоящее время ежегодно сжигается столько горючих ископаемых, сколько природа накапливала за миллионы лет. Согласно одному из прогнозов, при сохранении таких темпов роста использования ископаемого топлива разведанных запасов нефти хватить примерно на 30-40 лет, газа - на 40-45 лет, угля - на 70-80 лет.

Не меньшую тревогу вызывает и проблема возможного истощения *пищевых ресурсов*. В первую очередь эта проблема связана с *сокращением пахотных угодий и пастбищ*, так как основным источником продуктов питания для человека остается сельское хозяйство. Главной производительной силой земледелия служат *плодородные почвы*. Однако человечество крайне неразумно и расточительно относится к этому богатству.

До *половины пахотных земель* в мире используется до полного истощения. Огромные площади пашни "съедаются" оврагами, плодородный слой смывается и выдувается. Большие площади сельскохозяйственных угодий отторгаются под строительство быстрорастущих городов, дорог, промышленных предприятий. Таким образом происходит абсолютное сокращение площади сельскохозяйственных земель. Большой урон плодородным почвам наносят *процессы опустынивания*. Они угрожают прежде всего ландшафтам в жарком, засушливом климате: уничтожается растительный покров, ускоренными темпами идет *дефляция и эрозия почв* - в конечном счете земли могут полностью утратить свой ресурсно-экологический потенциал. Под угрозой опустынивания находится порядка 30 млн. км^2 (19 %) суши Земли.

Наряду с абсолютным сокращение площади сельскохозяйственных земель происходит ее относительное уменьшение в связи с быстрым ростом населения. Считается, что если на одного человека в год

с 2 га собирать 1 т. зерна, то проблемы голода не будет. Пятимиллиардному населению планеты требуется 5 млрд. т., а собирается всего около 1, 5 млрд. т. зерна. Одна из причин этого в том, что на одного человека в мире приходится сегодня всего 0,28 га пахотных земель и производительность их в целом низкая. Земля уже сегодня не в состоянии прокормить всех своих жителей.

Однако проблема пищевых ресурсов не исчерпывается только сокращением и ухудшением качества сельскохозяйственных угодий. Не малый урон наносится и пищевым ресурсам дикой флоры и фауны. Например, большое хозяйственное значение имеют *водные биоресурсы*. В настоящее время в мире вылавливается ежегодно более 100 млн. т рыбы и еще около 10 млн. т. других морепродуктов (китов, тюленей, ракообразных, моллюсков, водорослей). В сумме это составляет небольшую часть общей биопродукции океана, но очень существенную часть ежегодной продукции указанных групп организмов. По данным ФАО ООН, в процессе вылова ущерб наносится более чем 70% мировых эксплуатационных запасов промысловых рыб. К обеднению природных экосистем, уменьшению биологического разнообразия, и как следствие, к истощению пищевых ресурсов приводит все возрастающее техногенное давление на биосферу. Биосфера ежегодно теряет до 10-15 тысяч биологических видов. Все сказанное выше свидетельствует о том, что поддерживать опережающий рост производства продовольствия становится все труднее. Это значительно обостряет продовольственную проблему во многих регионах Земли.

На земном шаре сейчас больше недоедающих и голодающих, чем когда-либо раньше, и их число увеличивается. На современной карте мира *зона голода* охватывает огромную территорию по обеим сторонам экватора, включая почти всю Африку к югу от Сахары, Азию, прежде всего ее юго-восточную часть, страны Карибского бассейна и Южной Америки. Из-за экономического неравенства и неравномерности распределения продовольствия более 1 млрд. человек в слаборазвитых станах питаются недостаточно, а от 0,5 до 1 млрд. человек хронически голодают.

13.2. Основы экономики природопользования. Экологические принципы рационального природопользования

Природопользование – это использование природной среды для удовлетворения человеком своих экономических, экологических и культурно-оздоровительных потребностей. Другими словами - это использование природно-ресурсного потенциала. К оценке ресурсного потенциала следует подходить с ***экономических, экологических и эколого-экономических позиций.***

При ***экономическом подходе*** к использованию природных ресурсов (природопользованию) в основном оценивается стоимость этих ресурсов. При этом учитывается стоимость сырья на внутреннем и мировом рынке, затраты на добычу и транспортировку к месту переработки и т.п., а также экономическая целесообразность выбора взаимоисключающих видов природопользования. Например, добыча минерального сырья, как правило, снижает эффективность лесного хозяйства, рекреации и т.п. В каждом конкретном случае приходиться решать, что более целесообразно: вести добычу полезных ископаемых или сохранить ландшафт как источник других природных ресурсов, например лесных.

Экономика *природопользования* есть ничто иное, как реализация мер экономического механизма охраны окружающей природной среды и рационального природопользования.

Задачами этого механизма являются:

- установление лимитов использования природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, размещения отходов;

- установление нормативов платы и размеров платежей за использование природных ресурсов, выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду, размещение отходов и другие виды вредного воздействия;

- предоставление хозяйствующим субъектам налоговых, кредитных и иных льгот при внедрении ими малоотходных и ресурсосберегающих технологий и нетрадиционных видов энергии, осуществлении других эффективных мер по охране окружающей природной среды;

- планирование и финансирование природоохранных мероприятий;

- возмещения в установленном порядке вреда, причиненного окружающей природной среде и здоровью человека. В содержании и системе мер экономического механизма охраны окружающей природной среды важное место занимает блок мер, непосредственно связанных с природопользованием. К таким мерам относится ***нормирование*** *(лимитирование)* природопользования и вредного воздействия на природную среду, устанавливаемые в лицензиях и договорах на природопользование, и ***плата*** за природопользование и оказание вредного воздействия на окружающую природную среду.

Лимиты природопользования выражаются в установлении размеров земельных участков, объеме выемки минеральных ресурсов из недр, воды из водоемов, расчетной лесосеки в лесозаготовках, квот в охоте и рыболовстве. ***Нормирование*** необходимо в связи с ограниченностью природных ресурсов и множеством лиц, желающих стать природопользователями. Нормы вредных воздействий на окружающую среду (ПДК, ПДС, ПДУ и пр.), так же как и нормы (лимиты) природопользования, необходимы не только для регулирования деятельности природопользователей, но и для установления и взимания соответствующей платы.

Плата за природопользование и вредное воздействие на окружающую среду - также важный рычаг экономического механизма природопользования.

В России установлено ***два вида базовых нормативов платы***:

- за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в ***пределах допустимых нормативов*;**

- за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в ***пределах установленных лимитов*** (временно согласованных нормативов).

Базовые нормативы устанавливаются по каждому ингредиенту загрязняющего вещества, виду вредного воздействия с учетом степени их опасности для окружающей природной среды и здоровья населения. Для отдельных регионов и бассейнов рек устанавливаются ко-

эффициенты к базовым нормативам, учитывающие экологические факторы - природно-климатические особенности территории, значимость природных и социально-культурных объектов. В этом случае дифференцированные ставки платы определяются умножением базовых нормативов на коэффициент, учитывающий экологический фактор.

Плата за загрязнение в пределах **допустимых нормативов** выбросов (сбросов), объемов размещения отходов, уровней вредного воздействия определяется путем умножения соответствующих ставок платы на величину указанных видов загрязнения и суммирования всех полученных произведений (по видам загрязнений).

Плата за загрязнение в пределах **установленных лимитов** определяется путем умножения соответствующих ставок платы за разницу между лимитами и предельно допустимыми выбросами загрязняющих веществ, объемами размещения отходов, уровнями вредного воздействия и суммирования всех полученных произведений (по видам загрязнений).

При определении платы за сверхлимитное загрязнение соответствующие ставки лимитной платы умножаются на величину превышения фактической массы выбросов загрязняющих веществ, объемов размещенных отходов, уровней вредного воздействия над установленными лимитами. Затем все полученные произведения суммируются и умножаются на пятикратный повышающий коэффициент.

Платежи в пределах лимитов осуществляются за счет себестоимости продукции (работ, услуг), а сверхлимитные - за счет прибыли предприятия. Эти средства поступают (90%) на счета специализированных экологических фондов.

Внесение такой платы не освобождает предприятие от выполнения мероприятий по охране окружающей природной среды и рациональному использованию природных ресурсов.

В указанных выше случаях речь идет о плате за загрязнение окружающей природной среды выбросами и размещаемыми отходами в соответствии с полученными в установленном порядке разрешениями. В иных же случаях, когда вред окружающей среде наносится незакон-

но, причиненный ущерб взыскивается сверх установленных нормативов, как ущерб, причиненный экологическим правонарушением.

Плата за пользование природными ресурсами устанавливается соответствующими ***природоресурсными законами***. При этом различается плата за: пользование природными ресурсами; сверхлимитное и нерациональное их использование; загрязнение окружающей природной среды.

Земельным кодексом установлена плата за землю: *нормативная цена земли, земельный налог, арендная плата за землю.* Плата за недра включает плату за поиск, разведку и добычу ископаемых, а также за восстановление минеральных ресурсов.

Различные формы платы устанавливаются за **водопользование** и **лесопользование**, а также за пользование растительным и животным миром (сбор грибов, ягод, охота, рыболовство).

Важной составной частью ***экономического механизма охраны природы*** является создание и деятельность внебюджетных экологических фондов. Экологические фонды - внебюджетные фонды, создаваемые за счет обязательных отчислений предприятий и других источников для решения задач охраны и оздоровления окружающей природной среды.

Во внебюджетные **государственные экологические фонды** перечисляются средства, получаемые в виде платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду, размещения отходов, средства, получаемые по искам о возмещении вреда, штрафов за экологические правонарушения, а также средства от реализации конфискованных орудий охоты, рыболовства и незаконно добытого с их помощью.

Экологические фонды создаются для решения неотложных природоохранительных задач, восстановления потерь в окружающей природной среде, компенсации причиненного вреда и других природоохранительных задач.

При ***экологическом подходе*** *природный потенциал* оценивается как совокупность условий, необходимых для жизни и воспроизводства населяющих данную территорию организмов, в том числе и человека. Отторжение природных ресурсов человеком вызывает изме-

нение состояния как отдельных природных компонентов, так и ландшафта в целом - нарушается экологический режим территории, ухудшается состояние окружающей среды.

Длительное время среди ученых и общественников велись дискуссии: что важнее - рациональное использование природных ресурсов или их охрана от загрязнений, защита природной среды. Однако, очевидно, что в ходе потребления природных ресурсов должна осуществляться их охрана; лучшим способом защиты природы является рациональность ее потребления.

В этом и заключается смысл эколого-экономического подхода к оценке и использованию природных ресурсов. Этот подход состоит в оценке затрат на рекультивацию естественного потенциала ландшафта после его нарушения, вызванного эксплуатацией природных ресурсов. Опыт показывает, что игнорирование эколого-экономической оценки приводит подчас к тяжелым последствиям - затраты на рекультивацию земель могут оказаться выше стоимости использованных ресурсов. Экономия на восстановлении нормальной среды обитания оборачивается трагическими эколого-социальными последствиями - снижением работоспособности, ухудшением здоровья, увеличением смертности людей. Потери на здоровье людей, социальные издержки, вызванные ухудшением состояния окружающей среды, могут быть столь значительными, что ущерб покроет получаемый хозяйственный эффект.

Рациональное природопользование - *комплексное, экономически эффективное и неистощительное использование природных ресурсов в сочетании с требованиями охраны окружающей природной среды и экологической безопасности*.

Рациональное использование природных ресурсов предполагает учет законов природы (которые являются объективными, не носят волевого характера) и потенциальных возможностей окружающей среды (которые не безграничны, обладают верхним пределом, могут испытывать опасные перегрузки).

Важным ***критерием*** *рационального природопользования*, по мнению многих ученых, является *сохранение принципа* ***географической и экологической эквивалентности.*** Например, вырубка леса

не только дает определенный объем деловой древесины, но и сопровождается отчуждением из лесной экосистемы углерода, кислорода, азота, фосфора, калия, воды при одновременном изменении баланса углекислого газа и кислорода в атмосфере. Происходит изменение интенсивности выноса веществ из природного ландшафта. Коренным образом перестраивается фауна и микробиологические процессы. При рациональном природопользовании, направленном на поддержание динамических равновесий, новая экосистема на месте вырубленного леса - луг или пашня - должна быть эквивалентна исходной по массе продуцируемого органического вещества и энергии.

Итак, суть ***географической и экологической эквивалентности при рациональном природопользовании*** формулируется следующим образом. Признавая неизбежность возврата вещества и энергии в природную среду, нет необходимости и реальной возможности осуществлять тождественный возврат. Однако для поддержания нормальной эволюции биосферы, в принципе, возможен и необходим не тождественный, а эквивалентный возврат вещества и энергии.

Рационализм природопользования заключается в том, чтобы постоянно поддерживать такое состояние, когда возможно оптимальное воспроизводство, когда не допускаются необратимые последствия для окружающей среды. А они наступают в виде исчезновения некоторых видов животных и растений, опустынивания, высыхания водоемов, техногенных катастроф. Таким образом, *экологическими принципами рационального природопользования* являются основополагающие положения в организации взаимодействия общества и природы, направленные на реализацию неистощительного и незагрязняющего природопользования.

13.3. Традиционное и рациональное природопользование

Начиная с 60-х гг. экологическая ситуация и возрастание (в основном через экономику и законодательство) экологических требований к ведению хозяйства привели в разных странах к ряду изменений в промышленном производстве, энергетике, транспорте в направлении усиления природоохранных и средозащитных функций. Прежде

часто беспечное и беспорядочное отношение к отходам производства, не подлежащим утилизации или вторичной переработке, сменились более организованным их складированием и захоронением, созданием специализированных полигонов и хранилищ. Во многих случаях эта деятельность носила стихийный характер и была связана со стремлением скрыть опасные загрязнения. Примером может служить ***дампинг*** - "утопление" в водоемах, морях вредных химических и радиоактивных отходов в емкостях или просто "навалом".

По существу, ***концентрирование и перемещение вредных веществ*** в пространстве или, наоборот, их разбавление в больших объемах транспортирующих сред - воздуха и воды - до сих пор остаются главными способами "охраны окружающей среды", хотя с экологической точки зрения представляют собой "заметание сора под лавку". В последние десятилетия это направление дополнилось довольно циничной "экологической геополитикой", при которой опасные агенты экспортируются в слаборазвитые страны - как в виде строительства там высокоотходных предприятий, так и в форме натурных загрязнителей.

Более прогрессивное направление - ***очистка выбросов и стоков от загрязнителей*** - по мере совершенствования соответствующих технологий постепенно переходит к отправлению отходов уже в виде вторичного сырья, полезных материалов. Циклы реутилизации вторичного сырья включают производство различных изделий, сжигание органических отходов с получением полезной энергии, переработку мусора в компост, получение биогаза, обеспечение биотехнологий и др. Переориентация различных производств на малоотходные циклы основана на создании совершенного очистного и средозащитного оборудования, "экологизированной" техники, мусороперерабатывающих агрегатов и предприятий.

В ряде развитых стран такая *"экологическая промышленность"* оказывается в ряду лидирующих производств, заметно расширяет сферу занятости и приносит немалую прибыль. Возникает ситуация, при которой экологические требования не противоречат экономическим интересам, когда капитал приобретается не за счет ухудшения

состояния среды, а благодаря решению экологических проблем. Другими словами, происходит ***экологизация производства.***

Экологизация промышленного производства направлена на одновременное повышение эффективности и снижение его *природоемкости.* Существует несколько принципиальных направлений снижения *природоемкости:*

• *изменение отраслевой структуры производства* с уменьшением относительного и абсолютного количества природоемких высокоотходных производств и исключением выпуска антиэкологичной продукции;

• *кооперирование разных производств* с целью максимального использования отходов в качестве вторичных ресурсов; создание производственных объединений с высокой замкнутостью материальных потоков сырья, продукции и отходов;

• *смена производственных технологий* и применение новых, более совершенных ресурсосберегающих и малоотходных технологий;

• *создание и выпуск новых видов продукции с* длительным сроком жизни, пригодных для возвращения в производственный цикл после физического и морального износа; сокращение выпуска расходных материалов;

• *совершенствование очистки производственных эмиссий и транспортирующих средств* от техногенных примесей с одновременной детоксикацией конечных отходов; разработка и внедрение эффективных систем улавливания и утилизации отходов.

Каждое из этих направлений в отдельности способно решить лишь локальную задачу. Для снижения природоемкости производства в целом необходимо объединение всех этих способов. При этом центральное место занимают проблемы технологического перевооружения, внедрения малоотходных технологий, экономического и технического **контроля экологизации**.

Экологизация энергетики предполагает помимо требований, относящихся к промышленному производству, осуществление разнообразных мер, направленных на:

- постепенное сокращение всех способов получения энергии на основе химических источников, в первую очередь – сжигания любого топлива;

- максимальную замену химических источников *природными возобновимыми источниками энергии*, среди которых ведущая роль должна принадлежать солнечной энергии.

В идеале единственным действительно экологичным химическим топливом может стать ***только водород***, полученный на основе гелиоэнергетического фотолиза воды.

Экологизация энергетики в рамках преобразования ее топливных ресурсов содержит множество резервов и принципиальных технических решений - от общего сокращения объема энергетики на основе всех форм экономии энергии до изменения структуры использования топлива и технологий преобразования энергии.

Экологизация транспорта предполагает:

- включение экологических требований в организацию транспортных потоков с целью уменьшения транспортного загрязнения за счет сокращения холостых пробегов и рационализации маршрутов;

- подавление тенденции индивидуализации транспортных средств и содействие развитию комфортного и экономичного общественного транспорта с целью уменьшения общего числа транспортных единиц;

- создание новых транспортных средств и замена одних средств транспорта другими, более экологичными, а также создание новых, более экологичных двигателей для имеющихся транспортных средств;

- разработка и применение более безопасного топлива или других источников; замена вредных топливных присадок каталитическими средствами оптимизации сжигания; дожигание и очистка выхлопов двигателей внутреннего сгорания;

- пассивная и активная защита от шума.

Экологизация сельского хозяйства возможна при быстром превращении сельского хозяйства в агропромышленное производство со всеми последствиями механизации и химизации. Для преодоления этой тенденции необходим комплекс мер, который помимо требований экологизации, характерных для промышленности, включает также:

- ограничение использования солевых форм минеральных удобрений и замену их специально трансформированными органическими удобрениями и коллоидированными органо-минеральными смесями;

- минимизацию применения пестицидов и максимальную замену их биологическими средствами борьбы с вредителями;

- исключение гормональных стимуляторов и химических добавок при кормлении животных;

- предельную осторожность в использовании *трансгенных форм* сельскохозяйственных растений и других продуктов генной инженерии;

- применение наиболее щадящих методов обработки земли.

13.4. Экология как научная основа рационального природопользования и охрана живых организмов

Загрязнение природной среды вредными для человека отходами, истощение природных ресурсов и угроза разрушения экологических связей в природе породили форму взаимодействия общества и природной среды, которая называется охраной природы. Эта форма - реакция на разрушительную деятельность человека в окружающей среде. В отличие от потребления это осознанная форма общественной и государственной деятельности, направленная на сохранение и воспроизводство природных ресурсов.

Идея охраны природы возникла еще в XIX в. и рассматривалась как защита памятников природы, ее реликтовых и достопримечательных объектов от разрушения, повреждения человеком.

Постепенно идея консервативной охраны природной среды перерастала в другие формы природоохранительной деятельности. Будучи вторичной формой взаимодействия общества и природы, охрана природы возникает и совершенствуется по мере роста потребления и использования природной среды. Разумеется, нет надобности охранять природу, если ей никто и ничто не угрожает повреждением или уничтожением. Охрана появляется и совершенствуется там, где возникает угроза уничтожения природной среды, где возникает и развивается потребление природы. Исторически подтверждается, что охра-

на природы как форма природоохранительной деятельности государства, как его функция развивалась и совершенствовалась по мере роста производительных сил, увеличения масштабов производства, усиления экономического пресса над природной средой.

Отсюда наряду с консервативной охраной природной среды в XX в. развивается вторая форма охраны окружающей среды, которая получила название рационального использования природных ресурсов. В понятие "рационального" вкладывается не только экономическое, но и экологическое содержание. Иначе говоря, рациональное - это экономное, бережное использование источников природного сырья, природных ресурсов с учетом требований охраны окружающей среды. Поэтому нельзя считать рациональным такое бережное, экономное, эффективное использование природных ресурсов, которое оставляет глубокий отрицательный след на состоянии окружающей среды. В середине XX в. (50-60 гг.) проблема рационального использования природных ресурсов как форма охраны природы перерастает в защиту, оздоровление окружающей человека среды. В отличие от предшествующих форм, где непосредственным объектом охраны являлись природные объекты и их ресурсы, здесь защита окружающей природной среды выдвигает в качестве непосредственного объекта охраны человека, его жизнь, его здоровье, его генетическое будущее. Постепенно эта форма защиты становится главной и определяющей.

Здоровье и благосостояние человека связано с преобразованием окружающей среды в процессе эксплуатации природных ресурсов. Поэтому в современных нормативных документах отражено единство природопользования и охраны природы, т.е. даже в их названии говорится об "охране природы и рациональном использовании природных ресурсов".

Таким образом**, рациональное природопользование** - это такая система хозяйствования, при которой достигается неисчерпаемость его энергетической и сырьевой базы в сочетании с сохранением параметров среды обитания, необходимых человеку как биологическому виду и разумному социальному существу.

Изменения окружающей среды связаны не только с выбросами и сбросами вредных веществ, но и с изменениями режимов физических

факторов, особенно в условиях производства и при направленном преобразовании ландшафтов (создание городов, промышленных комплексов, карьеров, водохранилищ, вырубка лесов и т. п.). Локальные изменения качества окружающей среды могут перерастать в глобальные и принимать форму кризисных экологических ситуаций.

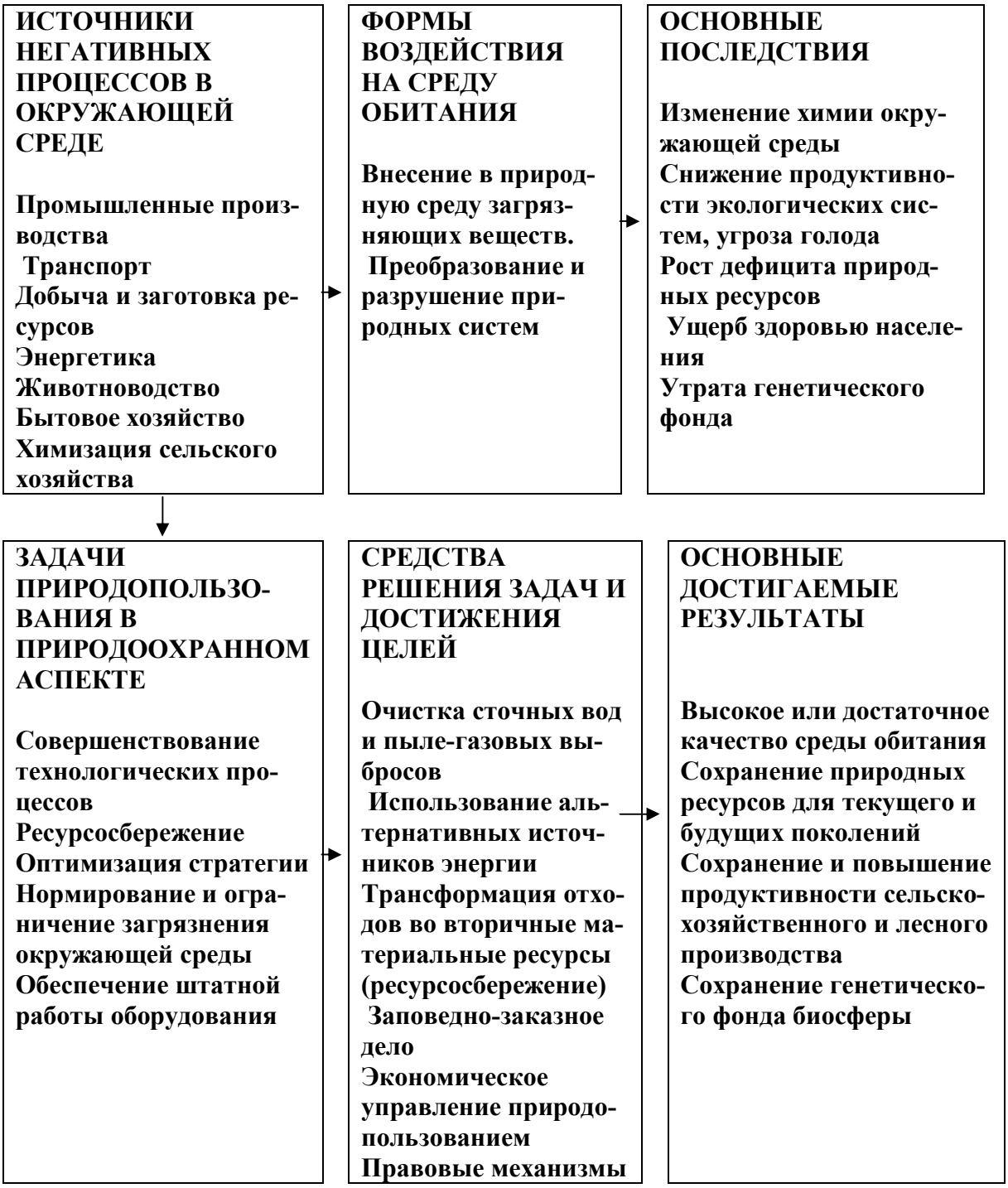


Рисунок 25. Алгоритм решения природоохранительных задач на основе инженерных и организационных мероприятий

Можем ли мы, пользуясь природой, в то же время сохранить ее качество для себя и последующих поколений? Этот вопрос имеет од-

нозначно положительный ответ: можем. Эксплуатация природных ресурсов и природных систем, преобразование обществом окружающей его среды могут (а значит должны) не выводить ее параметры за пределы экологических требований человека. Но для этого нужно выполнить ряд условий. Обратимся к рисунку 24.

Верхняя часть схемы показывает, что разные отрасли деятельности (левый блок) порождают возможные негативные последствия для окружающей среды вследствие преобразования природных систем и поступления в них отходов (средний блок). Эти процессы сопровождаются разными негативными последствиями от снижения продуктивности сельскохозяйственных культур до ухудшения здоровья населения (правый блок).

Три нижних блока отражают пути управления природопользованием с целью решения возникающих проблем. В левом нижнем блоке показаны некоторые возможные направления деятельности, с помощью которых можно преодолеть или компенсировать негативные последствия, т. е. решить экологические задачи. Разумеется, проще всего добиться этого за счет сокращения потребления ресурсов, но этот путь явно не оптимален. Опыт природопользования во всем мире показывает, что избежать экологического ущерба можно на основе прогрессивных инженерно-технических методов (нижний средний блок): барьеров между производством и природной средой в виде очистных сооружений, бессточных технологических процессов, ресурсосбережения, утилизации отходов в качестве вторичных материальных ресурсов, а также с помощью экономических и правовых рычагов.

Известно высказывание Д. И. Менделеева, что в химии нет отходов, а есть неиспользованное сырье. Известен также американский афоризм о том, что загрязнение среды - это природные ресурсы, оказавшиеся не на своем месте. Таким образом, на основе грамотного управления природопользованием и ресурсосбережением (нижний левый блок) можно решать одновременно две задачи: ресурсную (обеспечение их неисчерпаемости) и экологическую (сохранение качества среды). Очевидно, что эти задачи решаются в основном инженерно-техническими и организационными методами.

Задачи специалиста любого производства с точки зрения экологии могут быть сформулированы следующим образом:

1. Оптимизация технологических, инженерных и проектно-конструкторских решений исходя из минимизации ущерба окружающей среде и здоровью человека.

2. Прогнозирование и оценка возможных негативных последствий для окружающей среды, человека, других животных, растительного мира со стороны любых акций в области природопользования.

3. Выявление, корректирование и предотвращение любых действий, технологий заготовки, транспорта, переработки ресурсов, которые могут нанести ущерб окружающей среде и здоровью (принцип "чего не делать, чтобы не причинить вреда").

Итак, окончательный вывод состоит в том, что охранять природу - значит правильно ею пользоваться, т.е. не доводить до необходимости охраны.

Но для того чтобы правильно пользоваться природой, не нанося ущерба ни ей самой, ни человеку как части природы, необходимо знать, как она организована, по каким законам существует. Ответы на эти вопросы и дают профессиональные знания в области экологии.

Современная экология является научной основой комплексной науки о сохранении окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов - охраны природы. Экология разрабатывает для нее теоретические положения. Очень многое в жизни экосистем, биосферы уже известно. Это дает возможность управлять осознанно многими процессами.

Как указывает С.С. Шварц, "... экология на наших глазах становится теоретической основой поведения человека индустриального общества в природе".

Все эти достижения экологии имеют огромное значение, потому что человечество вступило в такой период своего развития, когда любую деятельность необходимо соизмерять с возможностями биосферы.

13.5. Концепция устойчивого развития

Устойчивое развитие *представляет такое развитие человечества, при котором удовлетворение потребностей осуществляется без ущерба для будущих поколений (смысловая интерпретация англоязычного термина - Sustainable development: дословный перевод - поддерживаемое развитие).*

Выполняя рекомендации всемирной конференции ООН по окружающей среде и устойчивому развитию (Рио-де-Жанейро, 1992), Президент РФ подписал Указ от 6.02.94 г. "О государственной стратегии РФ по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития". В нем обозначены четыре основных направления по реализации государственной экологической политики РФ: обеспечение экологической безопасности, охрана среды обитания, оздоровление (восстановление) нарушенных экосистем в экологически неблагополучных районах, участие в решении международных и глобальных экологических проблем.

В апреле 1996 г. вышел *Указ Президента РФ №440* "О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию", который утвердил, представленную Правительством РФ "Концепцию перехода РФ к устойчивому развитию".

Основными направлениями перехода РФ к устойчивому развитию являются:

- создание правовой системы перехода к устойчивому развитию;

- разработка системы стимулирования хозяйственной деятельности и установление пределов ответственности за ее экологические результаты, при которых биосфера воспринимается уже не только как поставщик ресурсов, а как фундамент жизни;

- оценка хозяйственной емкости локальных и региональных экосистем страны, определение допустимого на них воздействия;

- формирование эффективной системы пропаганды идей устойчивого развития и создание соответствующей системы воспитания и обучения.

Важнейшее значение в создании основ этих преобразований отводится науке.

Конференция в Рио-де-Жанейро призвала правительства принять национальную стратегию устойчивого развития.

Реализация "стратегии устойчивого развития" в экологии возможна на базе **шести принципов**: **сохранения, согласования, приоритета, безопасности, сочетания, разумного компромисса**.

Принцип сохранения утверждает, что жизнеобеспечивающая и продуктивная среда является высшей общечеловеческой ценностью. Необходимо сохранять естественные природные биогеоценозы и при формировании техногенных ландшафтов контролировать основные параметры окружающей среды в аспекте восстановления средосодержащих и средовосстановительных функций.

Принцип согласования требует рассмотрения эволюционных процессов, протекающих на Земле под воздействием естественных (природных) и техногенных факторов с позиции взаимодействующей системы. Решения о техногенной деятельности должны опираться на твердое представление, прогноз развития изменения природной среды, которое не должно вступать в конфликт с общим ходом эволюции.

Принцип приоритета отдает предпочтение биосферным интересам над интересами извлечения максимальной прибыли отдельных социальных групп при выборе программы развития того или иного региона. Система учета национального богатства должна учитывать полную стоимость природных ресурсов. Тот, кто загрязняет, разрушает природную среду, должен не только компенсировать (в виде платы), а восстановить разрушенную экосистему до состояния, предусмотренного законом ("О недрах", "Об охране окружающей природной среды") и другими нормативными и правовыми документами.

Принцип безопасности устанавливает приоритет экологической безопасности при ведении любой производственной деятельности человека. В настоящее время в России озабоченность экономическими проблемами все более отодвигает на задний план первостепенное значение экологической безопасности. Ситуацию с экологической безопасностью в стране нельзя назвать иначе как критической.

Принцип сочетания провозглашает необходимость учета всех форм эволюционного развития медленной эволюции в квазистационарных условиях окружающей среды и возможностей эволюционных скачков в контролируемых научно-обоснованных, измененных под

воздействием техногенеза природных условиях. Разработка принципа требует глубоких теоретических проработок.

Принцип разумного компромисса. Поиск тонкой грани между техническими возможностями производства и "качеством жизни" населения выходит далеко за пределы какой-либо одной нации и носит многогранный, комплексный, взаимосвязанный характер. При возрастающих потребностях (антропогенном эгоизме) общества и возможностях природной среды выполнять средообразующие, ресурсовоспроизводящие, экологически безопасные, комфортные и эстетические функции возможно при смещении капиталовложений в сторону научно-технических разработок и программных средств в производстве; (исследование и прогнозирование поведения экосистем; развитие теории и методологии планирования при размещении техногенных объектов в природных средах).

Сложность протекания природных и техногенных процессов, непредсказуемость результатов дает право считать, что ***основной принцип экологии - "не навреди" - должен стать руководящим при выборе оптимального решения*.**

Концепция устойчивого развития предполагает, что определенные параметры должны сохранять постоянное значение, а именно: *1) физические константы; 2) генофонд; 3) участки всех главных экосистем в их первозданном виде (иначе нельзя судить о произведенных человеком изменениях); 4) здоровье населения.*

Таким образом, охрана природной среды как и здравоохранение, входит составной частью в данную концепцию.

Цель охраны природы двояка: *1) обеспечить сохранность таких качеств окружающей среды, которые не должны меняться;*

2) обеспечить непрерывный урожай полезных растений, животных, а также необходимые человеку ресурсы путем сбалансирования цикла изъятия и возобновления.

Изъятие максимального количества приводит не только к исчерпанию ресурса, но и к ухудшению качества продукции. Вырубка леса, при которой достигается максимальный объем получаемой древесины, вызывает уменьшение величины деревьев и ухудшение качества древесины. Ориентация на *«иметь»* противостоит ориентации

«быть», имея в виду, что она ухудшает качество и человека, и природной среды. Нельзя одновременно добиться и максимального количества и наилучшего качества. Ограничения на пользование землей, водой и другими ресурсами — единственное средство избежать перенаселения или чрезмерного истощения ресурсов планеты. В отношении к дикой природе человек должен превратиться из безрассудного хищника в благоразумного хозяина. Если это произойдет, то можно будет устойчивость понимать также в смысле непрерывности развития. Оба значения сходятся, так как если некоторые параметры будут оставаться неизменными, то развитие сможет стать непрерывным.

Альтернативой разумному регулированию взаимоотношений человека и природы является *действие отрицательной обратной связи* (повышение плотности популяции усиливает действие механизмов, уменьшающих эту плотность) в иной форме — нищета большей части населения планеты, обострение борьбы между государствами, войны и т. д. Концепция устойчивого развития позволяет соединить биологические понятия устойчивого развития и эволюции, а также удовлетворить стремление человека к созиданию.

Правда, существует расхождение между данными *синергетики,* в соответствии с которыми все новые структуры образуются в условиях, далеких от равновесия, и *концепцией устойчивого развития.* Возможно, это противоречие удастся преодолеть таким образом, что общество научится переходить из одного неравновесного состояния в другое, не разрушая себя и природную среду.

Чтобы выделить то принципиальное новое, что принесло последнее десятилетие в мировую экономику и шире - в мировую социально-экономическую динамику, что сделало инновационную активность важнейшим ресурсом дальнейшего развития, целесообразно вначале сравнить прогнозы десятилетней давности, и реально развернувшиеся процессы.

Большая часть второй половины XX века прошла под знаком технологического оптимизма. Надежды выдающихся футурологов сводятся к тому, что мир начала XXI века станет более безопасным, справедливым, предсказуемым. Но уже на рубеже 90-х годов стало

ясно, что этим оптимистическим прогнозам не суждено сбыться. Мировое сообщество столкнулось со следующими проблемами:

- наличие ядерных арсеналов и другого совершенного вооружения в современном мире не гарантирует ни внешней безопасности, ни внутренней стабильности. Это показало поражение Советского Союза в "холодной войне". Социально-психологические факторы в этом случае оказались гораздо более важными, чем военно-стратегические и экономические;

- совершенствование базовых технологий и возникновение научно-организационных технологий более высокого порядка ("технологий создания технологий", без формированного развития которых невозможен современный high-tech) привели к результату, противоположному ожидавшемуся. Разрыв в уровне жизни населения различных стран стремительно увеличивается. При сохранении нынешних тенденций он станет непреодолимым. Возникло представление не о "вечно развивающихся" странах, как еще десятилетие назад, а о "конченных" странах. В последних вывоз капитала в развитые государства (объективно связанный с тем, что в них производительность труда выше), отток квалифицированной части населения настолько велик, что страны лишаются внутренних источников развития. С другой стороны, "конченная страна" может обладать значительными природными ресурсами и геоэкономическим потенциалом. Однако она не может им воспользоваться самостоятельно, его освоение осуществляют транснациональные корпорации (ТНК). В качестве примера можно привести Россию. Ее природные богатства оцениваются рядом экспертов более чем в *600 трлн. руб*. Однако значительная их часть уже принадлежит ТНК и замкнута на воспроизводственные контуры, дающие "мировой доход" (по терминологии геоэкономики) населению других стран, а не России. Заявления американских официальных лиц о желательности международного освоения природных богатств Сибири и Дальнего Востока показывают, насколько далеко зашла попытка "обобществления" развитыми странами богатств России;

- развитие социальной и социально-психологической структуры общества не пошло по пути гармонизации, гуманизации, универсализации, как предполагалось. Экономика развитых стран эволюцио-

нировала под знаком "специализации, примитивизации, идеологизации" личности: ее развитие потребовало повышения управляемости человека, его упрощения как объекта социального манипулирования. Новые инструменты воздействия на массовое сознанием привели к снижению степени социальной и индивидуальной рефлексии, к разорванности сознания, упрощению личности;

- экономика формировалась по пути снижения горизонта предсказуемости, увеличения предложения "быстрых денег" и сокращения предложения "медленных денег", возрастания роли финансового капитала. Это привело к возникновению ряда кризисов и подтолкнуло к форсированному развитию так называемой "новой экономики". Последняя понимается как специально созданная система отраслей промышленности, в которых добавленная стоимость многократно превышает стоимость сырья (так называемые высокие технологии high-tech), и инновационная система. В настоящее время происходят революционные изменения в электрохимии в технологиях, связанных с генетикой, в биотехнологиях. Ядром и основой современной "новой экономики" является инновационный прорыв в сфере информационных технологий (ИТ). Последние включают компьютеры, программное обеспечение, телекоммуникации и Интернет.

Таким образом, глобализация еще только разворачивается и не проявила свою сущность в полном объеме, а лишь определила многие важные тенденции, но уже вызывает не только споры и дискуссии, но и активное противодействие. Человечество все более начинает ощущать ее отрицательные последствия.

Так, одно из важнейших последствии глобализации, как было сказано, - интернационализация финансового капитала, что приводит к разрушению национальных бюджетов, а в конечном итоге дезавуирует роль национальных правительств. По существу сейчас значительной частью финансовых ресурсов мира (по разным оценкам - до 90 %) распоряжаются не законно избранные правительства, а закрытые группы лиц. Таким образом, глобализация сводит на нет процесс демократизации - основную тенденцию, определяющую путь развития человечества на протяжении трех последних столетий.

Вследствие *глобализации* увеличивается разрыв между уровнем жизни и доходами различных групп людей и стран. Нарушаются традиционные, выработанные веками компенсационные механизмы, нивелирующие естественные различия между странами и регионами (климат, запасы ископаемых, природные ресурсы и т.п.). А это еще больше увеличивает разрыв и переводит большинство стран в безнадежных аутсайдеров во всемирной гонке за выживание. Происходит и нечто более страшное - разрушение культур. Большинство традиционных культур не выдерживает темпов, навязанных глобализацией. Они разрушаются, не успев в должной мере выполнить свое историческое предназначение. Истинные культурные ценности все в большей степени заменяются эрзац-культурой, причем этот процесс ускорился настолько, что уже ныне живущее поколение может стать свидетелем соответствующего перового эффекта: потеряв свои корни, человечество превратится в технологический придаток производства. XXI век может оказаться роковым для современной цивилизации, если мировое сообщество немедленно не примет необходимые меры.

Россия производит менее *2 %* мирового валового продукта, по производительности труда она отстает от развитых стран в *5-6 раз*, а по уровню доходов на душу населения - в *10-15 раз.* По данным Института социально-политических исследований РАН, по *25 важнейшим показателям жизненного уровня* населения достигнуты критические значения, которые в мировой практике считаются катастрофическими. Доходы более 35 % населения страны оказались ниже прожиточного минимума. Поэтому сейчас приходится ориентироваться не на показатели развитых стран, а на элементарное улучшение жизни большинства граждан, обеспечение их всем необходимым. Это определяет приоритеты в инновационной сфере:

Устойчивое развитие - это развитие без разрушительных кризисов и катастроф. Это такое развитие, когда мы детям и внукам передадим нашу страну не в худшем состоянии, чем получили ее от отцов и дедов. Важнейшая часть стратегии устойчивого развития - это управление рисками возникновения структурных кризисов и катастроф. К сожалению, такое понимание начинает возникать только сейчас. В России до сих пор нет государственной стратегии устойчивого

развития как серьезного, научно обоснованного, официального документа, основываясь на котором можно было бы строить планы и политику. Это в первую очередь связано с тем, что многие ученые и политики, учитывая современное состояние России, считали и считают, что обсуждение проблемы устойчивого развития неактуально. Это неверно - будущее рождается сегодня, и тот, кто не думает о будущем своей страны, может прийти к краху. Безусловно, приоритетной задачей при рассмотрении проблем устойчивого развития является выход из структурного кризиса, так как только это позволит перейти к устойчивому развитию.

Происходящие в стране изменения вызвали необходимость внести коррективы в структуру и содержание этой стратегии, учитывая принятый Правительством России план социально-экономического развития. При этом следует принять во внимание существующий в России экологический потенциал ненарушенных или сбалансированных естественных экосистем, экономическая ценность которых как регуляторов и стабилизаторов окружающей среды не меньше суммарной ценности минерально-сырьевой базы России - 138 трлн. долл. США и больше их рентабельной части, составляющей 1,5 трлн. долл.

Переход к устойчивому развитию, необходимость которого сформулирована в "Повестке на XXI век" и других документах ООН, - это прежде всего смена траектории движения цивилизации, которая сейчас ведет к грядущим экологической и социальной катастрофам. Это означает крах идей модернизма, которые господствовали в западной идеологии несколько сотен лет и привели к столкновению цивилизации с природой и показали неспособность ее социально-экономической системы решить проблемы нищеты и голода. Основу новых взглядов сформулировал еще В.И. Вернадский, который писал: "В общежитии обычно говорят о человеке ... как индивидууме, который свободно строит свою историю. До сих пор историки, вообще ученые гуманитарных наук, в известной мере и биологи, сознательно не считаются с законами природы биосферы - той земной оболочки, где только и может существовать жизнь". Изучение законов биосферы - приоритетная фундаментальная задача, так как на новом этапе развития они становятся основой общественных наук, базой дальнейшего

развития цивилизации. Фундаментальная наука приобретает новое качество, и приоритетными направлениями в ней становятся науки о жизни, в первую очередь экология.

Стратегия устойчивого развития России должна разрабатываться на прочном фундаменте науки, совместными усилиями министерств и ведомств, определяющих социально-экономическое развитие страны. Залогом успеха работы является все еще сохранившийся потенциал российской науки.

Управленческие, правовые, организационные, психологические аспекты тех решений, которые реализуются в стране, являются определяющими для ее устойчивого развития. Они могут и поддержать наши усилия, и перечеркнуть их. Поэтому необходима работа над прогнозами последствий принимаемых решений. Это значит, что государству придется возвращаться в экономику и решать, что оно может позволить себе продавать и покупать, а что нет. Нам не выжить при таком вывозе капитала, как сейчас. Поэтому, хотим мы или нет, нам придется закрыть страну по ряду финансовых, материальных, информационных потоков.

В свете сказанного можно сделать вывод, что мы можем и должны участвовать в процессе глобализации только в той мере и только на тех условиях, которые выгодны нам. И вновь уместно вспомнить уроки истории. Ф. Рузвельт выводил страну из Великой депрессии, следуя доктрине Монро, в соответствии с которой Америка должна была опираться в экономике на внутренние ресурсы и не ждать помощи извне и особенно не оглядываться на мнение других стран по поводу решения своих внутренних экономических проблем. Можно вспомнить блестящего русского дипломата князя Горчакова, который выразил суть внешней политики России в переломный момент ее истории словами: "Россия сосредоточивается".

Глобализация не является беспрецедентной. Аналогичные процессы шли в начале XX века, когда взаимосвязи государств мира во многих отношениях были, пожалуй, теснее, чем сейчас. Но мировая война радикально изменила экономическую картину мира и структуру хозяйственных связей. Поэтому мы не должны исключать возможность крутых поворотов.

По-видимому, из сказанного следует сделать два важных вывода. *Первый:* сегодня надо говорить о функционировании страны в условиях преодоления кризисных явлений, об управлении страной и об управлении рисками возникновения кризисных ситуаций.

Второй: процесс глобализации заставляет нас принимать решения, от которых зависит историческая траектория России. Главным критерием для принятия таких решений должно стать обеспечение устойчивого развития нашей страны.

Концепция устойчивого развития, одобренная в Рио-де-Жанейро, уже реализуется в региональных проектах ряда стран - Нидерландов, Англии, Франции, США и других странах. Это может обеспечить благополучие жителей развитых стран за счет деградации остальных миллиардов населения Земли. Но эта стратегия и для "золотого миллиарда" населения экономически развитых стран является краткой передышкой и дает отсрочку лишь в 30-40 лет для выработки более реальной стратегии выхода из глобального экологического кризиса.

Лекция 14.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ

14.1. Информационные технологии обеспечения экологического управления

14.2. Методика формирования информационной системы обеспечения экологического управления (на примере прибрежного курортного региона).

14.3. Алгоритм формирования системы информационного обеспечения экологического менеджмента региона.

14.4. Геоинформационные системы (ГИС) и автоматизированные системы управления

14.5. ГИС в управлении морскими курортно-рекреационными регионами.

14.6. Основные направления использования ГИС для прибрежных курортных территорий

14.1. Информационные технологии обеспечения экологического управления.

14.1.1. Моделирование технологических процессов, информационные модели и модели обучения.

Мировая практика выделяет в составе системы экологического управления следующие основные разделы:

- качественный и количественный анализ экологических аспектов и воздействий на окружающую среду;
- использование и развитие безопасных процедур управления;
- тренинг работников;

• качество и целостность ключевого технологического оборудования;

• отслеживание изменений в технологическом процессе;

• процедуры сбора и хранения информации;

• процедуры управления в аварийных ситуациях;

• процедуры расследования инцидентов;

• декларирование и экспертиза экологически опасных промышленных объектов;

• информирование работников о потенциальных промышленных экологических опасностях.

Анализ нормативно-законодательной базы выявляет принципиальное совпадение требований к основным элементам системы экологического менеджмента в практике отдельных стран и международных организаций. Современные информационные технологии создают качественно новую ситуацию в компьютерной поддержке систем экологического менеджмента (СЭМ). Это относится, прежде всего, к двум ключевым инструментам – компьютерным тренажерным комплексам для обучения персонала и компьютерным программам анализа потенциальных воздействий на окружающую среду.

Усложнение производства и систем управления технологическими процессами (ТП), удручающая статистика аварийности, огромный промышленный и экологический риск, значительный вес некачественного управления технологическими процессами в общем числе причин аварийных ситуаций определяют актуальность разработки и внедрения компьютерных тренажеров для обучения персонала. Возможности в области моделирования производства позволяют на сегодня имитировать ход сложнейших ТП за счет использования высокоточных моделей процессов, богатых библиотек физико-химических свойств, мощных систем решения описывающих динамику процессов, моделировать работу оборудования и контрольно-измерительной аппарату-

ры. Современный компьютерный тренинг превращается в незаменимое средство формирования и закрепления профессиональных навыков, несравнимое со всеми традиционными, включая небезопасные и дорогостоящие тренировки на реальных объектах или их прототипах.

Компьютерные тренажеры вносят существенный вклад в реализацию практически всех элементов СЭМ, обеспечивая:

- повышение экологических знаний работников о потенциальных опасностях технологических процессов;
- идентификацию и оценку рисков, прогнозирование последствий аварийных инцидентов для окружающей среды;
- развитие и закрепление безопасных процедур управления;
- проигрывание ситуаций при расследовании инцидентов, определение причин аварий и рекомендаций по их исключению или смягчению;
- разработку “Планов локализации аварийных ситуаций” и автоматизацию обучения по таким планам;
- моделирование аварийных ситуаций в процедурах декларирования потенциально экологически опасных промышленных объектов.

На мировом рынке существуют дорогостоящие тренажерные системы разработки известных фирм. В РФ на сегодня *комплексное тренажерное решение* для обучения предлагает СП ПЕТРОКОМ, чей тренажерный комплекс КТК-М сертифицирован, отвечает мировым стандартам в области компьютерного обучения и доступен по цене отечественному пользователю.

Компьютерные программы анализа потенциальных воздействий на окружающую среду позволяют:

- оценивать последствия аварий (масштабы распространения, характеристики аварийных сбросов и выбросов и т.д.);
- проводить качественный и количественный анализ воздействий на окружающую среду по принятым методикам;

• оценивать вероятности аварий по методикам анализа отказов и событий;

• поддерживать компьютерные версии декларации безопасности экологически опасных региональных объектов, выгодно отличающиеся легкостью сопровождения, внесения изменений и дополнений по фактам произошедших инцидентов или при появлении новых средств предупреждения и смягчения последствий аварий.

Известны разнообразные программы анализа рисков, составления и сопровождения деклараций экологической безопасности разработки ведущих зарубежных производителей. Эти средства дороги, нуждаются в переводе и существенной доработке на предмет особенностей предписанной процедуры декларирования. Существует также несколько отечественных программ анализа опасностей в области оценки общих последствий аварий для окружающей среды и людей.

Новым перспективным направлением развития информационных технологий обеспечения промышленной экологической безопасности является соединение в одном программно-техническом комплексе возможностей тренажеров для персонала и программ анализа потенциальных воздействий. Такое соединение позволит поднять всю СЭМ на качественно новый научно-технический уровень и даст возможность при создании экологического паспорта предприятия решать вопрос о базисном типе возможного воздействия и/или аварии (место возникновения, причины, ожидаемые последствия, возможность ликвидации своими силами), используя весьма точные модели технологических процессов и систем управления.

14.2. Методика формирования информационной системы обеспечения экологического управления (на примере прибрежного курортного региона).

Прибрежные курортные регионы России являются наиболее экологически чувствительными территориями, где качество состояния окружающей среды является важнейшим фактором для их устойчивого социально-экономического развития.

Способствует качественному управлению рекреационными ресурсами прибрежных регионов экологический мониторинг - сбор и совместная обработка данных, относящихся к различным природным средам, моделирование и анализ экологических процессов и тенденций их развития, а также использование данных при принятии решений по управлению качеством окружающей среды региона.

Структура системы экологического мониторинга в регионах должна включать нижний и верхний уровень.

Нижний уровень системы включает: федеральные, городские и ведомственные подсистемы специализированных мониторингов (мониторинг атмосферы, поверхностных вод, здоровья населения, радиологический мониторинг, мониторинг санитарной очистки территории города, мониторинг недр и подземных вод, морских и минеральных вод, почв, зеленых насаждений, акустический мониторинг, градостроительный мониторинг); территориальные центры сбора и обработки данных.

Эти подсистемы обеспечивают, по возможности, сбор полной и качественной информации о состоянии окружающей среды на всей территории города и региона. В локальных центрах проводится также анализ информации и ее отбор для передачи на верхний уровень. Результат экологических исследований на этом уровне обычно представляет оперативные данные трех типов:

- констатирующие (измеренные параметры состояния экологической обстановки в момент обследования);

- оценочные (результаты обработки измерений и получение на этой основе оценок экологической ситуации);

- прогнозные (прогнозирующие развитие обстановки на заданный период времени).

Совокупность констатирующих, оценочных, прогнозных типов данных составляют основу экологического мониторинга в регионе.

Территориальные центры обеспечивают сбор информации по источникам антропогенного загрязнения на территории районов, с использованием данных территориальных подразделений федеральных служб и организаций региона.

Верхний уровень системы экомониторинга составляет информационно-аналитический центр. В задачи верхнего уровня системы входят: оперативная оценка экологической ситуации в регионе; расчет интегральных оценок экологической ситуации; прогноз развития, экологической обстановки; подготовка проектов управляющих воздействий и оценка последствий принимаемых решений.

Для эффективного использования накапливаемых данных по региону необходима комплексная обработка и совершенные методы моделирования экологического состояния и представления этих данных.

К информационному обеспечению экологического менеджмента региона относятся:

- информация о применяемых природоохранных законодательных актах или других требованиях;
- информация об основных видах региональной продукции;
- информация о проверках состояния окружающей среды;
- информация об экологических происшествиях;
- информация о подготовленности предприятий и организаций в регионе к аварийным ситуациям и реагированию на них;
- информация об экологических аспектах;
- информация об экологическом обучении в регионе;
- информация по экологическому аудиту и ее анализ для руководства региона;
- системы поддержки принятия решений (СППР) для руководства региона;
- геоинформационные системы (ГИС);
- системы управления базами данных (СУБД);

- автоматизированные системы управления (АСУ);

- среды имитационного моделирования.

14.3. Алгоритм формирования системы информационного обеспечения экологического менеджмента региона.

Алгоритм формирования системы информационного обеспечения экологического менеджмента в регионе представлен на рис. 14.1.

Рис. 14.1. Алгоритм формирования подсистемы информационного обеспечения экологического менеджмента

Определение возможных причин возникновения источников загрязнений в регионе, способов их предотвращения, выявления, устранения осуществляется на основе опросов соответствующих специалистов либо по аналогии с подобными случаями для других регионов.

Созданная информация заносится в базу в виде таблицы (рис. 14.2.)

Блок					
Наименование Код					
Загрязнение	Причина	Способ предотвращения	Способ выявления	Способ устранения	Возможные последствия
1	2	3	4	5	6

Рис. 14.2. Форма таблицы для анализа загрязнений

При определении причин появления загрязнений целесообразно воспользоваться схемой К. Исикава «Рыбий скелет».

Способы предотвращения появлений каждого загрязнения определяются на основе анализа причин их появления. При этом заносятся только те способы предотвращения, которые реально осуществляются. При оценке же загрязнений в целях проектирования или совершенствования системы управления качеством окружающей среды в таблицу заносятся все возможные, по мнению экспертов, способы предотвращения.

Способы выявления и устранения загрязнений определяются для каждого занесенного в таблицу загрязнения. При этом также как и для профилактических мероприятий, в зависимости от конечных целей проводимой работы в таблицу заносятся или реально выполняемые мероприятия или все известные экспертам.

К способам устранения загрязнений следует отнести также и работы, связанные со списанием, утилизацией продукции с выявленным неблагоприятным экологическим аспектом.

После выявления полного перечня мероприятий и последствий в необходимо произвести их группировку с тем, чтобы устранить дублирование. Например, причиной появления загрязнения «А» является наличие веществ «Б», «В», «Г. При анализе способов предотвращения в этом случае в таблицу будет трижды занесено в мероприятие «входной контроль исходного сырья». Очевидно, что без устранения такого дублирования определенная величина затрат будет завышена.

Расчетные формулы и модели.

Выбор расчетных формул и моделей осуществляется в соответствии с отраслевыми и экологическими требованиями, государственным законодательством, другими требованиями, направленными на повышении качества состояния окружающей среды региона. Для выбора конкретной формулы расчета загрязнений и определения последствий по каждому мероприятию необходимо определять и охарактеризовать используемые для этих целей оборудование, оснастку, сырье, материалы, энергоносители и т.п. Указанные сведения заносятся в таблицу (рис. 14.3)

Код	Наименование
Наименование элемента	Способ учета последствий
1	2

Рис. 14.3. Форма таблицы учета последствий

Для персональных компьютеров и рабочих станций имеются системы, реализующие языки имитационного моделирования (SLAM II, GPSS, SIMULA, DINAMO, PowerSim и др.).

Для хранения и представления картографической информации используются геоинформационные системы (ГИС). В настоящее время в РФ ведется работа по созданию единого цифрового фонда общегеографических и тематических карт масштаба 1:10000-1:1000000, создан ряд региональных ГИС (Север, Байкал, Рязань). Версии для ПК имеют картографические системы: ARC/INFO, pMAP, IDIRSI (США), SICAD (Германия), TERRASOFT, PAMAP, SPANS, CLIMEX (Австрия), COMPUGRID/STRINGS (Канада), и другие. Имеется опыт использования электронных картографических материалов при составлении долговременных экологических прогнозов.

Выбранные расчетные формулы и модели, которые могут быть использованы для выполнения расчетов, связанных с оценкой состояния региона, удобно свести в таблицу (рис. 14.4).

Мероприятие		Расчетная формула или модель
Код	Наименование	

Рис. 14.4. Форма таблицы расчетных формул и моделей для информационного обеспечения систем экологического менеджмента.

Формирование банка исходных данных.

Анализ расчетных формул и моделей позволяет сформировать

перечень исходных данных, необходимых для проведения расчетов. Этот перечень следует представлять в виде двух матриц – условно постоянной и переменной информации.

К условно постоянной информации относятся данные, период обновления которых превышает период, для которых делается расчет и проводится анализ состояния окружающей среды региона.

К переменной информации относятся данные, значения которых формируются в течение периода, для которого производится расчет и проводится анализ.

Формы матриц представлены в таблицах 14.1 и 14.2.

Таблица 14.1. Матрица исходных данных для расчета загрязнений и анализа последствий (условно постоянная информация)

Вид информации		Периодичность обновления	Носитель информации	Источник информации
Наименование	Обозначение			
1	2	3	4	5

Таблица 14.2. Матрица исходных данных переменной информации для расчета загрязнений и анализа последствий (переменная информация)

Вид информации		Носитель информации	Источник информации
Наименование	**Обозначение**		
1	2	3	4

Для организации процедур формирования банка исходных данных необходимо преобразовать матрицы исходных данных относительно источников информации и периодов обновления (Таблица 14.3.).

Таблица 14.3.

Форма. Исходные данные для расчета загрязнений и анализа последствий.

Период обновления		
Источник информации		
Вид информации		Численное значение переменной (константы)
Наименование	Обозначение	
1	2	3

Численные значения ряда переменных и констант могут быть получены на основе экспертных оценок или проведения соответствующих экспериментов. В этих целях на основе матриц исходных данных формируется перечень соответствующих переменных и констант, для каждой из которых определяется состав экспертов или план эксперимента.

Полученные в результате экспертных оценок или экспериментов значения переменных и констант вводятся в банк данных.

Нормативное и программное обеспечение подсистемы.

Порядок проведения работ по ведению банка исходных данных, расчетные формулы, формы представления исходных данных, а также распределение ответственности соответствующих организаций и должностных лиц в регионе целесообразно отражать в соответствующих стандартах региона. Например:

СТР …Подсистема информационного обеспечения экологического менеджмента в регионе. Основные положения.

СТР … Подсистема информационного обеспечения экологического менеджмента в регионе. Расчетные формулы и модели.

СТР … Подсистема информационного обеспечения экологического менеджмента. Формирование и ведение банка исходных данных.

СТР … Подсистема информационного обеспечения экологического менеджмента. Программное обеспечение.

14.4. Геоинформационные системы (ГИС) и автоматизированные системы управления

Перестраивать устоявшийся в течение многих десятилетий стиль работы всегда сложно, но без этого в новых условиях выжить трудно. Во многих странах мира, где муниципальные и региональные проблемы столь же остры, к их решению стали подходить по-новому. Географические информационные системы (ГИС) стали в этих странах базовой технологией, помогающей руководителям разных рангов успешно справляться с постоянно довлеющими над ними проблемами.

Для комплексного управления территориальными ресурсами в ряде городов и регионов многих стран мира, в т.ч. и в России, на протяжении последних лет проводятся работы по созданию и использованию муниципальных и региональных геоинформационных систем по сбору и хранению информации, связанной с экологией, земельными и водными ресурсами, градостроительством, транспортом. Одновременно создаются информационно-аналитические системы управления муниципальными и территориально-региональными образованиями, автоматизированные информационные системы (АИС), обеспечивающие сбор и анализ, прежде всего экономической информации о регионе. Дальнейшим направлением становятся работы по объединению геоинформационных систем сбора и представления информации на картах и информационно-аналитических систем управления регионами, т.е. создание территориально-аналитических информационных систем управления на основе современных ГИС-технологий.

Региональные АИС используется для краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования регионального развития. Прогнозирование ведется по следующим направлениям: финансовые ресурсы, материальное и нематериальное производство, основные фонды, трудовые ресурсы, население.

Технологии географических информационных систем (ГИС), в дополнении к возможностям АИС, позволяют создавать многослойные тематические электронные карты и оптимизировать информационную

поддержку принятия значимых решений на всех уровнях и территориального управления, дают возможность наглядного отображения региональной информации в привязке к географическим координатам.

Некоторые ключевые характеристики ГИС-технологий, имеющие значение для региональных и муниципальных образований, включают:

•автоматизированное картографирование, включая оцифровку земельных участков, создание и уточнение базовых карт, ввод атрибутивной информации, а также широкие возможности оформления карт и вывода результирующей информации на печать;

•инженерные функции, включая координатную геометрию и обработку данных геодезических съемок;

•пространственный анализ и поиск, включая логические и пространственные запросы, возможности динамической сегментации, поиск по почтовым адресам, прокладка маршрутов, расчет зон обслуживания и подходящего местоположения для различных служб;

•доступ к общественным и коммерческим данным, к базам данных различных региональных организаций;

•интеграция различных видов данных, исходных или результатов их анализа - в виде текстовых файлов, отсканированных документов, чертежей, электронных карт и т.д.;

•поддержка изображений в растровом формате, включая стандартные форматы изображений и данных дистанционного зондирования (фотоснимки, тепловые снимки и т.п.);

•возможности “сцепки” различных документов, что позволяет оперировать картами различного иерархического уровня, отдельными листами карт;

•возможность использования уже накопленных в муниципалитете баз данных и др.

Финансовые, материальные и информационные ресурсы, имеющиеся в распоряжении муниципалитетов, далеко не безграничны, дос-

тижение высокой эффективности их использования с помощью новой технологии является коренным решением. Так как большинство планов, решений и повседневных действий региональных управляющих структур, муниципалитетов зависит от точной, привязанной к конкретному месту информации, то технология, накапливающая всю необходимую муниципалитету информацию в наглядном и удобном виде и будет определяющей. Программное обеспечение ГИС обеспечит региональному органу удобное средство в управлении информацией, позволяя создать службу карты региона и города, объединить данные всех департаментов и отделов в единую среду совместного пользования для рационального планирования и принятия обоснованных решений, в т.ч. и для управления состоянием природной среды региона.

14.5. ГИС в управлении морскими курортно-рекреационными регионами

Анализ зарубежного опыта в освоении ресурсов прибрежной зоны и оптимизации природопользования показывает, что комплексный подход к охране и рациональному использованию рекреационного потенциала имеет существенное преимущество, состоящее в сосредоточении функций планирования и контроля эколого-экономических условий и надежной координации усилий по регулированию различных видов антропогенной деятельности. Такая координация управленческих мероприятий в прибрежных рекреационных зонах во многих отношениях важнее, чем во внутренних районах суши, т.к. позволяет устранить серьезные противоречия и конфликты между различными пользователями природных ресурсов.

К настоящему времени накоплено и продолжает накапливаться большое количество разнородной информации о природных, рекреационных, экологических, экономических и социальных особенностях рекреационных регионов России.

Главная задача экомониторинга в морском курортном регионе - получение комплексной оценки экологической ситуации на побережье на базе интеграции всех видов данных, поступающих от различных организаций. Интеграционной основой множества данных может и должна стать карта региона. Следовательно, решение задач экомониторинга курортной зоны невозможно решить без использования геоинформационных систем (ГИС).

ГИС-система экологического мониторинга - это экологическая карта с реальными геообъектами, где на уровне сбора или обработки информации наряду с топографическими характеристиками определяются и отображаются параметры экологической обстановки.

Комплексное экологическое управление природными рекреационными ресурсами курортного региона на основе анализа и обработки данных может быть обеспечено на верхнем уровне экомониторинга на основе применения современных ГИС-технологий. Геоинформационные системы являются оптимальным средством для представления и анализа пространственно - распределенных экологических данных о курортном регионе, с помощью которых может быть организован экологический мониторинг состояния региона и комплексное управление его ресурсами.

Геоинформационная система экологического мониторинга морского курортного региона должна представлять собой многоуровневую систему.

В такой многоуровневой ГИС должны накапливаться данные о состоянии природных рекреационных ресурсов, об экономике, транспортной, социальной и демографической ситуации прибрежного курортно-рекреационного региона. Основные компоненты экологического мониторинга курортного региона: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, морская вода, минеральные источники и гря-

зи, почва, зеленые насаждения, радиационная обстановка, среда обитания и состояние здоровья населения.

Оперативный доступ к информации, возможность ее всестороннего анализа и, в перспективе быстрого распространения и получения, позволят принимать оптимальные решения в области природопользования, развития туризма, производить экспертные оценки рекреационного потенциала города и давать прогноз его экологического состояния.

Система должна осуществлять ввод всех видов информации экологического характера, необходимой для моделирования развития экологического состояния курортного региона; выполнять обработку информации с привлечением отобранных математических расчетных и имитационных моделей, нормативных расчетных методик, применяемых для решения поставленных перед системой задач; выводить или представлять данные и результаты их обработки в удобной форме.

ГИС экологического мониторинга морского курортного региона должна состоять из относительно самостоятельных блоков.

Первый блок - программная оболочка (ПО) ГИС. Она должна включать пакет прикладных программ, обеспечивающих функционирование ГИС: программы ввода, размещения, поиска информации, создания цифровых моделей местности, построения графиков и электронных карт.

Второй блок - собственно данные о регионе, о различных предметных областях, включая цифровую модель города и региона, данные по основным классам природных ресурсов (геологические, геоморфологические, гидрологические, гидрогеологические, гидрометеорологические, климатические, почвенные, лесные, рекреационные), данные по экологии и качеству окружающей среды, в перспективе, данные по основным социально-экономическим ресурсам (финансы,

основные фонды, демография, промышленность, сельское хозяйство, транспорт, туризм, трудовые ресурсы, данные по градостроительной деятельности), организованные в различные кадастры, и др. Эти данные должны поступать в систему из различных природоохранных организаций нижнего уровня экомониторинга в результате проводимых ими наблюдений и измерений с помощью приборов экологического контроля. Данные должны быть структурированы в соответствие с требованиями программного обеспечения, и храниться в базах документов и базах тематической информации (базах данных).

В этом же блоке должно осуществляться ведение баз данных нормативно-законодательных документов в области экологии, ведение базы данных нормативов содержания загрязняющих веществ в воздухе, воде, почве, продуктах питания и т.д.

Для удобства пользователя доступ к хранящейся информации может осуществляться двумя способами - *по предметному и по региональному признакам*. Предметный доступ предполагает поиск информации по определенному параметру, но для всей территории города. В тематическом архиве выделяются каталоги, соответствующих основным классам природных, рекреационных и социально-экономических ресурсов. Информация каждого каталога хранится в одном или нескольких файлах базы данных. Учитывая специфику региона и важность его экологического состояния, общим должен быть параметр, отражающий состояние природной среды.

Вся информация должна быть привязана к картографическим базам данных, представленным в виде цифровых моделей местности и региона. Блок постоянно должен пополняться новой информацией, которая размещается и накапливается с использованием программных средств первого блока, что обеспечит постоянный мониторинг за используемой информацией о регионе.

Третий блок - это комплекс математических, имитационных моделей и расчетных методик, позволяющих моделировать решение различных эколого-экономических и социальных задач на основе имеющейся информации по курортному региону.

На уровне моделирования необходимо использовать специальные методы расчета параметров, характеризующих экологическое состояние среды морского курортного региона и форму представления цифровых карт. Экологическая ГИС использует в первую очередь динамические модели, главная роль которых - это технологии создания специализированных электронных цифровых карт, например, карт расчета полей концентрации загрязняющих веществ в атмосфере, воде и почве.

Для обеспечения возможности выполнения экологического анализа состояния региона, как важнейшей его составляющей, должны быть также проанализированы, отобраны или разработаны математические модели оценки распространения различных типов загрязнений в морских курортных регионах: модели распространения загрязнений от различных типов источников в прибрежной зоне моря; модели оценки распространения загрязнений водных объектов в береговой зоне, качества воды; распространения загрязнений от различных видов наземного транспорта, городских транспортных объектов; промышленных и сельскохозяйственных предприятий в регионе, антропогенного воздействия на природную среду региона; оценки влияния экологических факторов на экономическое развитие региона и др.

Для анализа влияния различных типов загрязнений и оценки экологического состояния региона и отдельных его районов могут быть использованы методы, использующие интегрированный подход к оценке влияния отдельных предприятий, расположенных в прибрежной зоне, на состояние окружающей среды. Помимо применения в управлении курортными зонами нормативов ЕЭС, необходимо соста-

вить перечень предприятий: 1 - не причиняющих вред окружающей среде; 2 - потенциально опасных производств: 3 - чрезвычайно опасных для региона предприятий. Предприятия, вошедшие во второй и третий списки, должны быть перепрофилированы или ликвидированы.

Параметры экологического состояния региона обязательно должны учитываться в рамках ГИС при моделировании экономических показателей развития региона, оценки и анализе перспектив его развития, анализе рисковых ситуаций.

Кроме того, в этом блоке должны выполняться различные виды расчетов: за использование природных ресурсов.

Четвертый блок - программы, обеспечивающие поддержание диалога с пользователем, вывод имеющейся в системе информации и результатов ее обработки. В рамках ГИС вся информация (накапливаемые в системе различные данные, результаты моделирования при решении конкретных задач) должна быть, в первую очередь, привязана к географическим координатам (картам региона). Программы четвертого блока должны обеспечивать вывод имеющейся в системе информации в любой удобной для восприятия пользователя форме. Прежде всего, это должны быть тематические карты, позволяющие оценить состояние окружающей среды по отдельным показателям как по всему региону в целом, так и по отдельным районам.

Пятый блок - программы и модели, позволяющие прогнозировать развитие ситуаций эколого-экономического характера в регионе или отдельных его районах, выполнять исследования по различным направлениям развития региона.

Результаты исследований с использованием ГИС должны представлять оперативные данные трех типов: констатирующие (измеренные параметры состояния региона и отдельных территориальных формирований в конкретный момент), которые накапливаются и хранятся в системе в виде соответствующих тематических баз данных;

оценочные (результаты обработки измерений и получение на этой основе оценок ситуации, определяемые при использовании специальных расчетных методик и моделей), прогнозные (прогнозирующие развитие экономической, экологической и социальной обстановки на заданный период времени), получаемые при использовании в системе соответствующих имитационных прогнозных моделей. Модели системы должны обеспечивать возможность варьирования параметров сценарной карты и автоматического получения многовариантных сбалансированных прогнозов на задаваемую перспективу, отвечая на вопрос «... а что будет, если ...». На уровне представления при экологическом исследовании должна осуществляться выдача не одной, а, как правило, серии карт, особенно при прогнозировании явлений. Система должна обеспечивать краткосрочное, среднесрочное и долгосрочное прогнозирование развития региона. Интеграционной основой всех этих типов данных является карта, цифровая модель региона.

Объединив существующие сети различных измерений и специализированные мониторинги природоохранных служб в единую ГИС-систему с внедрением современных средств контроля на базе единого информационного пространства, только так можно получить полную и достоверную информацию об экологическом состоянии курортного региона.

Система экологического мониторинга должна предусматривать обмен данными между его участниками. При создании системы экомониторинга должна быть использована единая система координат для всех подразделений, участвующих в обеспечении экомониторинга. Все геоинформационные (включая экологические) данные должны иметь единую координатную привязку, и тогда при обмене информацией в цифровом виде не возникнет никаких проблем.

Накопление информации, возможность ее всестороннего анализа и в перспективе быстрого распространения и получения в рамках

информационно-моделирующей геоинформационной системы эколого-экономического развития позволят принимать оптимальные решения в области природопользования, развития туризма, производить экспертные оценки рекреационного потенциала региона, давать комплексный прогноз его экономического и экологического состояния и перспективы его социально-экономического развития.

Система должна быть предназначена для информационной поддержки процесса принятия управленческих решений, анализа и ситуационного прогнозирования эколого-экономического развития берегового курортного региона в отраслевом и территориальном (регион, город, район) разрезах, формирования и отработки управленческих решений на основе экологических геоинформационных моделей региона в целом и экологических моделей отдельных территорий (муниципальных образований).

Данные о регионе, накапливаемые и обрабатываемые в рамках ГИС могут использоваться при разработке единой государственной системы экологического мониторинга России, программы экологического мониторинга конкретно для курортных регионов.

14.6. Основные направления использования ГИС прибрежных курортных территорий

Моделирующая информационно-аналитическая геоинформационная система, куда составной частью может входить ГИС экомониторинга морского курортного региона, должна быть предназначена для информационной поддержки процессов сбора данных и принятия управленческих решений, анализа и ситуационного прогнозирования региона в отраслевом и территориальном (регион, город, район) разрезах, формирования и отработки управленческих решений на основе

социально-экономических геоинформационных моделей региона в целом и моделей отдельных территорий (муниципальных образований).

ГИС-технологии и модели могут использоваться для поддержки разнообразных муниципальных функций таких, например, как: земельный кадастр города, действия в критических ситуациях, налоговая политика, управление инфраструктурой, планирование, стратегия развития, бюджетная политика, принятие решений и многое другое. Использование технологии ГИС также кардинально ускоряет и повышает качество работы с обычными картами и планами.

Рассмотрим более детально основные направления использования ГИС-технологий для регионального управления, которые могут образовать отдельные специализированные подсистемы региональной моделирующей информационно-аналитической системы.

Земельный кадастр, налогообложение земельной собственности, отвод земель.

Город и регион не могут существовать без жесткого контроля использования территории. В связи с изменением форм собственности многие земли отводятся в аренду и для частного владения. Налог на недвижимость является одной из важных статей пополнения современного бюджета города. Кадастр земель в городе ведется по стандартным подробным картам - планшетам различного масштаба. ГИС города должна начаться с автоматизации базовых карт, ввода подробной информации о геометрии, ценности и владении землями.

Наличие автоматизированных данных будет служить основой для автоматического оформления свидетельств о землевладении в соответствии со стандартными требованиями.

Профессиональный планировщик сможет моделировать варианты отвода земель с учетом различной картографической информации, включая красные линии, типы землепользования, пригодность и каче-

ство земель и др., а также привлекать данные других организаций (например, данные переписи населения).

Широкие возможности оформления карт позволяют выводить на печать и предоставлять привычные для многих служб бумажные планшеты.

Учет землевладения и истории использования участков служат основой для отслеживания правильных и своевременных отчислений за аренду и использование земель.

Генеральный план развития города и функциональное зонирование.

Будущее города концентрированно выражается в генеральном плане его развития. Генплан города - комплексный документ, результат анализа обширной географически организованной информации, с которой невозможно справиться без современных технических средств. Мощные аналитические функции системы должны позволять в реальном режиме времени анализировать и оценивать различные по тематическому содержанию карты: рельефа, гидрографии, микроклимата, современной застройки, демографических данных - для оценки направлений развития города и его функционального зонирования. Такие работы часто требуют привлечения космо- и аэроснимков, позволяющих охватить территорию города единым взглядом.

Коммуникационные службы и транспорт.

Город - это сложная сеть различных коммуникаций, обеспечивающих водоснабжение, канализацию, энерго- и теплоснабжение, телефонную связь, транспортное обеспечение и др.

Транспортные магистрали служат артериями жизни города. Их инвентаризация и поддержание в рабочем состоянии, обеспечение оптимального использования, управления движением транспорта, создание регистра транспортных перевозок - задача специальных служб города. ГИС-технологии - удобные средства для работы с от-

дельными сетями на фоне структуры всех коммуникаций и городских земель.

Сетевые задачи отличаются особым свойством - перемещениями по сети, узлами обслуживания, временем и затратами доступа из одной точки в другую. Современные ГИС-технологии имеют в своем распоряжении необходимые функции для расчета зон обслуживания устройств сетевого обеспечения (ТЭЦ, гидрантов, трансформаторных станций), оптимального перемещения по сети (оптимального маршрута движения), района поражения при выходе из строя или аварии на линии, поиска ближайшего пункта управления для временного отключения аварийного участка и быстрейшего доступа к нему ремонтных служб.

Новые виды современных коммуникаций - телекоммуникации с помощью новых ретрансляционных (спутниковых) антенн - нуждаются в оценке территории по поступлению сигналов со спутников, наличия зон “затенений“ и “видимости”. Эти задачи обеспечиваются функциональными возможностями ГИС-технологий по работе с поверхностями, расчету уклонов, экспозиции, видимости и др.

Медицинское обслуживание и общественная безопасность.

Концентрация большого числа людей на относительно небольшой территории - неотъемлемый признак курортного города, особенно в летний период, и, в то же время, фактор опасности распространения заболеваний, наличия преступности, стихийных бедствий.

Качественное медицинское обслуживание - признак развитости города. Оно характеризуется наличием достаточного числа медицинских учреждений, быстрым реагированием на критические ситуации (скорая помощь). Работа такой службы невозможна без оперативной информации по оптимизации обслуживания медицинскими учреждениями. ГИС-технологии имеют в своем распоряжении мощные аналитические средства, позволяющие определить зоны обслуживания по-

ликлиник, аптек и больниц с учетом демографических данных, пропускной способности учреждений и

информации по ближайшему доступу к этим объектам. Служба 03 особенно нуждается в оперативной локализации адреса обращения и маршруте оптимального проезда к месту происшествия. Широкие возможности ГИС-технологий позволят диспетчеру, введя адрес, быстро получить его местоположение на карте и распечатать маршрутный лист для перемещения специализированного автомобиля с базы до любого указанного пункта.

По необходимости быстрого реагирования задачи скорой помощи сходны с задачами общественной безопасности: муниципальной пожарной службы и милиции. Для пожарных служб важна также оперативная информация о расположении источников воды, расстоянии от них до места пожара, о близости других объектов. Милиции нередко приходится преследовать преступника, перемещающегося на автомобиле. С помощью ГИС-технологий есть возможность в считанные секунды рассчитать возможное местоположение автомобиля на магистралях города через указанные промежутки времени и перекрыть маршруты возможного перемещения.

Экология.

Современный курортный город не может обойтись без специальных служб, следящих за экологическим состоянием окружающей сре-

ды. С помощью ГИС-технологий ведутся каталоги проб, по которым рассчитываются состояние компонентов окружающей среды: атмосферы, грунтовых и ливневых вод, водоемов, земель, учет природных ресурсов: городских парков, лесных зон, отдельных насаждений, береговой зоны моря.

ГИС-технологии используются при моделировании возможных зон загрязнения в случае аварийных или залповых выбросов промышленных предприятий, прежде всего в береговую зону моря - важнейший рекреационный ресурс региона, выявлении основных источников загрязнений для повышения эффективности работы очистных сооружений, для наложения штрафов и принятия решений об удалении источников загрязнений из города.

С помощью ГИС-технологий и использования большого число критериев осуществляются поиск и оцениваются факторы, определяющие выбор оптимальных мест для хранения отходов с учетом геологических, гидрологических и прочих характеристик, находятся возможные оптимальные места хранения отходов. Исходными слоями информации для решения такой важной для курортного региона проблемы будут дороги, области застройки, скважины, железнодорожные пути, сельскохозяйственные земли, водотоки, дороги и карьеры.

В рамках ГИС-технологий можно разрабатывать сценарии управления городскими отходами с учетом современных нужд и прогнозируемых потребностей.

Число экологических задач, учитывая специфику прибрежного курортного региона – как морского, бальнеологического, горного курорта, бесконечно. Это и шумовые загрязнения, и загрязнения воздушной среды, горных рек и береговой зоны моря, и многие другие, учет влияния которых крайне важен для развития региона.

Рекреационные ресурсы региона.

Оценка рекреационного потенциала морского курортного региона может быть основана на последовательном анализе характеристик всех его элементов с использованием ГИС-технологий. Все рекреационные характеристики региона могут быть сгруппированы в три основных блока: медико-биологический, психолого-эстетический и функционально-хозяйственный.

В результате использования ГИС-технологий могут быть получены оценочные карты развития познавательной, спортивной и оздоровительной рекреации в регионе. Помимо оценочных карт с помощью ГИС-технологий должны быть созданы: точечные слои-карты: “Памятники природы, истории и архитектуры”, “Гостиницы, санатории и дома отдыха (с количеством мест, перечнем предлагаемых оздоровительных и рекреационных услуг в них”, “Национальные парки, заповедники и заказники”, “Ландшафтные места отдыха” и др.

Учет, планирование, прогнозирование социально-экономического развития региона

ГИС-технологии могут использоваться для автоматизации отчетной и прогнозно-аналитической деятельности регионального руководства с целью информационной поддержки процессов подготовки и принятия управленческих решений, для анализа и ситуационного прогнозирования социально-экономического развития региона в отраслевом и территориальном (регион, город, район) разрезах, формирования и отработки управленческих решений на основе социально - экономических и геоинформационных моделей региона в целом и моделей отдельных муниципальных образований, взаимоувязки сценариев и прогнозов развития, верификации и балансировки региональной экономической информации.

Математическое и информационное обеспечение в виде баз документов, информационных баз, социально–экономических и геоинформационных моделей позволит получать аналитические материалы

для анализа и прогнозирования основных показателей уровня жизни населения, оценки эффективности принимаемых управленческих решений в контексте проводимой социальной политики.

Прогнозирование на основе ГИС-технологий может проводиться по следующим направлениям, отражающим различные варианты бюджетной и инвестиционной политики, поведения внешнего окружения, хозяйствующих субъектов и населения: финансовые ресурсы региона и муниципальных образований, местный бюджет и бюджеты муниципальных образований, инвестиционная политика, материальное и нематериальное производство, основные фонды, трудовые ресурсы, население. Сценарные условия прогнозирования могут содержать значительное число показателей, задаваемых в виде трендов.

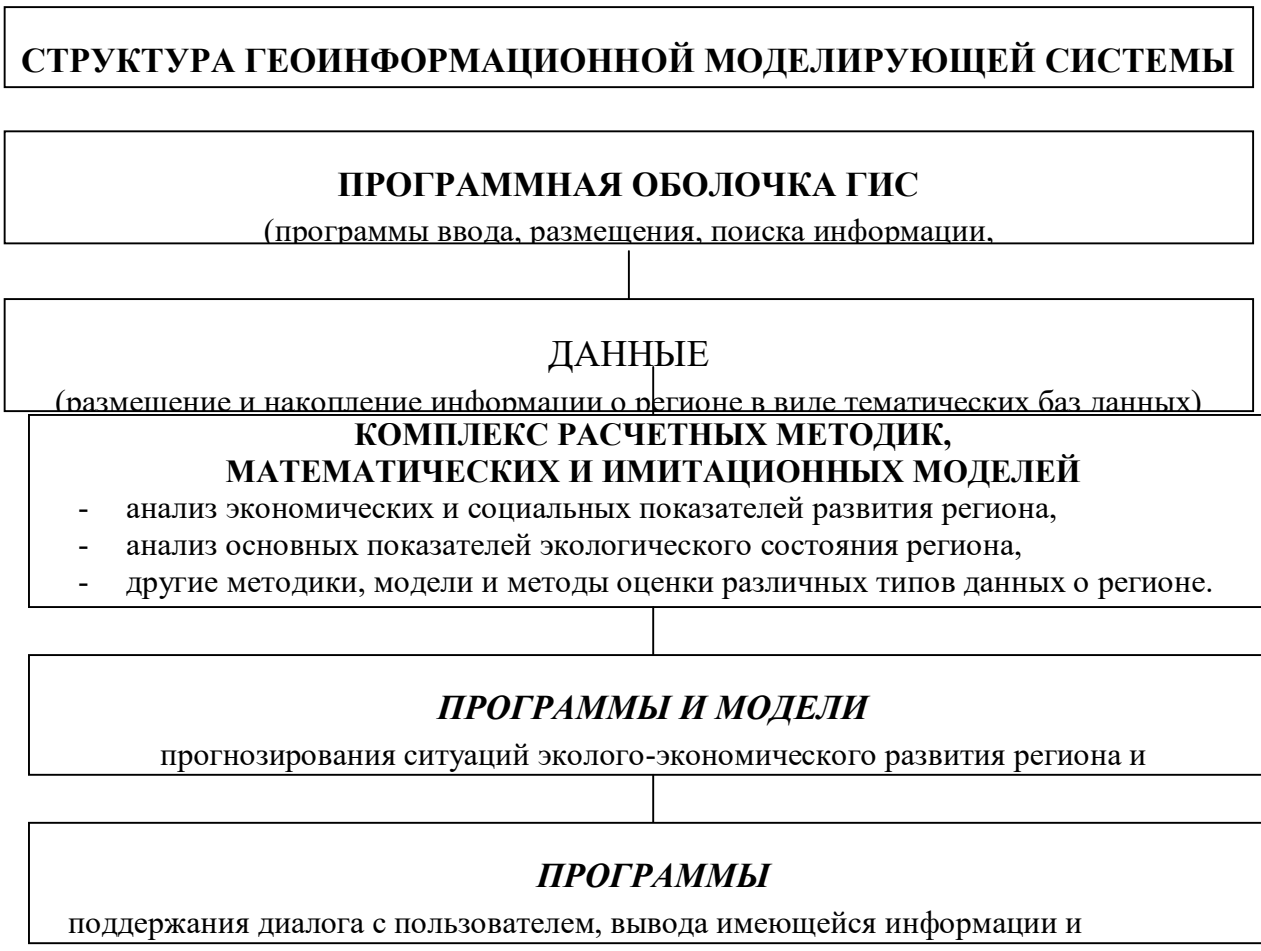


Рис. 14.1. Укрупненная структура информационно-аналитической ГИС прибрежного региона

Получаемый на основе ГИС-технологий прогнозный материал может отображать деятельность региона в следующих аспектах: состояние финансовых ресурсов региона; инвестиционный процесс в регионе; состояние потребительского рынка в регионе; структура валового продукта региона; денежные доходы и расходы населения и другие аспекты социально-экономической деятельности в регионе.

Важным аспектом всей системы должно быть не только аккумулирование различной информации, но и наличие возможностей ее комплексной обработки.

Информационно-аналитическая ГИС прибрежного курортного региона может структурно состоять из нескольких укрупненных относительно самостоятельных блоков (рис. 14.1).

При создании, эксплуатации и развитии региональной ГИС необходимо руководствоваться следующими основными общесистемными принципами: включения, системного единства, развития, информационного единства, совместимости, инвариантности.

Принцип включения заключается в том, что требования к созданию, функционированию и развитию ГИС определяются возможностью ее включения в систему более высокого уровня (например, в общегосударственную геоинформационную систему или систему комплексного управления прибрежными зонами).

Принцип системного единства состоит в том, что на всех этапах создания, функционирования и развития ГИС, целостность системы обеспечивается связями между подсистемами. При этом выходные данные одной подсистемы являются входными для другой.

Принцип развития предполагает, что ГИС разрабатывается и функционирует как развивающаяся система, для чего сразу предусматривается возможность наращивания и совершенствования ее компонентов и связей между ними. По мере развития методов и технологии прогнозирования, проектирования и управления, совершенст-

вования технических средств, необходима замена устаревших методов и технических средств.

Принцип комплексности состоит в том, что при прогнозировании, проектировании, связь между подсистемами, средствами обеспечения и структурными компонентами ГИС согласуется таким образом, что обеспечивается совместное функционирование всех подсистем и сохраняется открытая структура системы.

Принцип инвариантности заключается в том, что подсистемы и компоненты ГИС должны быть по возможности универсальными или типовыми по отношению к специфике различных проблем функционирования региона.

Накопление информации, возможность ее всестороннего анализа и в перспективе быстрого распространения и получения в рамках информационно-моделирующей геоинформационной системы эколого-экономического развития позволят принимать оптимальные решения в области природопользования, развития туризма, производить экспертные оценки рекреационного потенциала города и региона, давать комплексный прогноз его экономического и экологического состояния и перспективы его социально-экономического развития.

По мере расширения и углубления управленческих мероприятий, осуществленных на основе использования региональной информационно-аналитической системы, одной из основных сфер применения ГИС станет слежение за последствиями предпринимаемых действий на локальном и региональном уровнях (мониторинг), выявление причинно-следственных цепочек и взаимосвязей, оценка благоприятных и неблагоприятных последствий предпринимаемых мероприятий как на регион и сферы деятельности в целом, так и на отдельные компоненты, принятие оперативных решений по их корректировке в зависимости от меняющихся внешних условий.

Тема 15.
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

15.1. Виды моделирования

15.2. Математическое моделирование процессов распространения загрязнений в воде или в воздухе

15.3. Физическое моделирование качества воды в береговой зоне водоема

15.1. Виды моделирования

Моделирование - это метод, широко применяемый в современных научно-технических исследованиях. Моделирование не является чем-то принципиально новым. Физические модели уже давно применялись в различных областях науки и техники, таких как астрономия (планетарий), гидротехника (модели рек) и архитектура (макеты зданий). Биологи, химики и социологи изучали соответственно модельные организмы, модельные соединения и модельные сообщества. Даже гипотеза, сформулированная лишь на основе научного метода, может считаться словесной моделью системы. К помощи имитации прибегают в том случае, если подвергнуть проверке или испытанию реальную систему не представляется возможным. Иными словами модель является ни чем иным, как представлением системы в виде, удобном для демонстрации и исследования её поведения. При имитации исследуемые модели подвергают всевозможным изменениям таким образом, чтобы проверить предполагаемые последствия этих изменений с целью применения полученных результатов для реальной системы. Моделирование в ряде случаев способно дать ощутимую экономию времени и материальных средств при условии разумного их применения.

К примеру, значительно дешевле обойдётся строительство экспериментального предприятия и проведение на нем экспериментов по переработке промышленных сточных вод, чем экспериментирование с реальным большим предприятием.

Применение масштабированных физических моделей реки для изучения влияния разлива реки или математического моделирования при выборе места строительства очистных сооружений вдоль течения реки также являются примерами использования моделей. Другое преимущество моделирования состоит в том, что разработка модели в значительной степени включает в себя собственно анализ системы, и тем самым способствуют лучшему ее пониманию. Создание модели или имитация сопровождаются достаточно глубоким анализом процессов, происходящих в системе, что, в свою очередь, способствует большему пониманию объекта исследования.

Моделирование играет особую роль в инженерной экологии. Это определяется несколькими причинами. Во-первых, задачи инженерной экологии чаще всего не позволяют провести исследования в “натурных условиях”, за исключением случаев, когда такие исследования становятся возможными независимо от желания человека. В качестве крайней ситуации можно привести многочисленные исследования распространения радионуклеидов в воздухе, воде и почве, а также их влияния на окружающую среду, которые стали возможными после аварии на Чернобыльской АЭС. Даже в тех случаях, когда натурные исследования возможны, происходящие процессы могут иметь слишком малые скорости для исследования. Например, процессы биологического накопления и физиологического распада токсичных загрязнений. Поэтому нужны уп-равляемые по входам и параметрам модели, позволяющие существенно ускорить изучаемые процессы по сравнению с естественной их скоростью.

Второй причиной целесообразности использования математических моделей именно в инженерной экологии является чрезвычайно комплексный характер этой дисциплины. Для решения определенной за-дачи требуется применять физические, химические, биологические зако-номерности, поэтому успех инженера-эколога в большой степени зависит от качества модели, разработанной с привлечением специалистов разных отраслей знаний.

Наконец, инженерная экология, как всякая молодая наука, требует использования большого объема плохо структурированной информации - таблицы, номограммы, справочные данные и пр. Причем, вместе с накоплением новых данных и изменением представлений меняются и эти справочные материалы. Естественно, что запоминание и использование большого количества первичных данных разумно делать с привлечением ориентированных компьютерных баз данных.

Модели, в том числе применяемые в инженерной экологии, делятся на два больших класса - физические и математические модели. Далее в разделах 15.2 и 15.3 даны примеры применения моделей обоих типов.

Для физических моделей основной проблемой является эквивалентность модели и оригинала. Для установления законов подобия модели и оригинала используются три метода. Это динамический метод, метод анализа размерностей и метод анализа уравнений. Наиболее полным из них является последний метод, который позволяет установить критерии моделирования и переходные коэффициенты между моделью и натурой. Если процесс можно описать дифференциальными уравнениями, то эти уравнения после сведения их к безразмерной форме могут быть использованы для получения переходных коэффициентов.

В качестве примера рассмотрим получение критериев моделирования из уравнений Навье-Стокса, являющихся базовыми уравне-

ниями для описания движения жидкости или газа. Эти уравнения векторные, однако для указанных целей достаточно ограничиться одним уравнением для оси «OX». Соответствующее уравнение имеет следующий вид:

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{p}{\rho}+\frac{1}{2}u^2\right)+v\frac{\partial u}{\partial x}+w\frac{\partial u}{\partial z}=\vec{F}+\nu\left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right]$$

(15.1)

где: ρ - плотность жидкости, ν - кинематический коэффициент вязкости, (u,v,w) - вектор скорости элементарной частицы, (x,y,z) - декартовы координаты, p - давление и F=-gz - сила тяжести. Уравнение Навье-Стокса представляет собой запись второго закона Ньютона для элементарной частицы жидкости, в левой части которого дано произведение массы единицы объема на полное ускорение, а в правой - сумма внешних сил: давления, тяжести и трения.

Введем следующим образом безразмерные переменные:

$$x^*=\frac{x}{L},\quad y^*=\frac{y}{L},\quad z^*=\frac{z}{L},\quad u^*=\frac{u}{V},\quad v^*=\frac{v}{V},\quad w^*=\frac{w}{V},\quad p^*=\frac{p}{\rho V^2},\quad F^*=\frac{F}{g}\qquad(15.2)$$

В уравнении (15.2): L - характерный линейный размер задачи (глубина воды, диаметр трубы, ширина канала), T - характерное время, V - характерная скорость. Переходя к новым переменным в уравнении (15.1) и произведя некоторые преобразования, получим

$$\left(\frac{L}{TV}\right)\frac{\partial u^*}{\partial t^*}+\frac{\partial}{\partial x^*}\left(p^*+\frac{1}{2}u^{*2}\right)+v^*\frac{\partial u^*}{\partial y^*}+w^*\frac{\partial u^*}{\partial z^*}$$
$$=\left(\frac{gL}{V}\right)F^*+\left(\frac{\nu}{VL}\right)\left[\frac{\partial^2 u^*}{\partial x^{*2}}+\frac{\partial^2 u^*}{\partial y^{*2}}+\frac{\partial^2 u^*}{\partial z^{*2}}\right]\qquad(15.3)$$

Таким образом, процессы движения жидкости на модели и в натуре подобны, если следующие безразмерные комплексы для условий модели и натуры равны (индексом «n» обозначены параметры для натурных условий, а индексом «m» - для модели):

$$\frac{V_m T_m}{L_m} = \frac{V_n T_n}{L_n}$$
$$\frac{V_m^2}{gL_m} = \frac{V_n^2}{gL_n} \qquad (15.4)$$
$$\frac{V_m L_m}{\nu} = \frac{V_n L_n}{\nu}$$

Критерий моделирования VT/L иногда называют приведенной частотой, V^2/gL - числом Фруда, а VL/ν - числом Рейнольдса. При написании соотношений (15.4) предполагалось, что вязкость жидкостей на модели и в натуре (вода) одинаковы, также как и ускорение силы тяжести. Вообще говоря, это не является обязательным. Хотя, использование на модели жидкости с вязкостью, отличной от натурной, или тем более с ускорением силы тяжести больше или меньше натурного, связано с большими материальными затратами на постройку модели и используются редко

Из (15.4) легко вывести невозможность удовлетворить одновременно критериям моделирования Фруда и Рейнольдса. К счастью, большинство процессов в природе характеризуется наличием зон автомодельности, в которых процессы не зависят от некоторых параметров и их можно не учитывать при моделировании. Так, если стационарный процесс исследуется в зоне автомодельности по числу Рейнольдса, то в качестве критерия моделирования выбирается только один параметр Фруда, что снимает в частности их несовместность.

При рассмотрении частных процессов в качестве определяющих модельных параметров могут появляться и другие критерии. Например, при сбросе в море через подводные трубопроводы (рис.15.1), рассеивание отходов определяют следующие параметры:

* интенсивность выброса Q,
* диаметр трубы D,
* скорость выхода струи U_j,
* угол наклона выходящей струи θ,
* глубина воды над трубой Y_0,

* различие в плотностях воды ρ_s и жидкости струи ρ_0,
* скорость воды, в которую попадает струя, U_0.

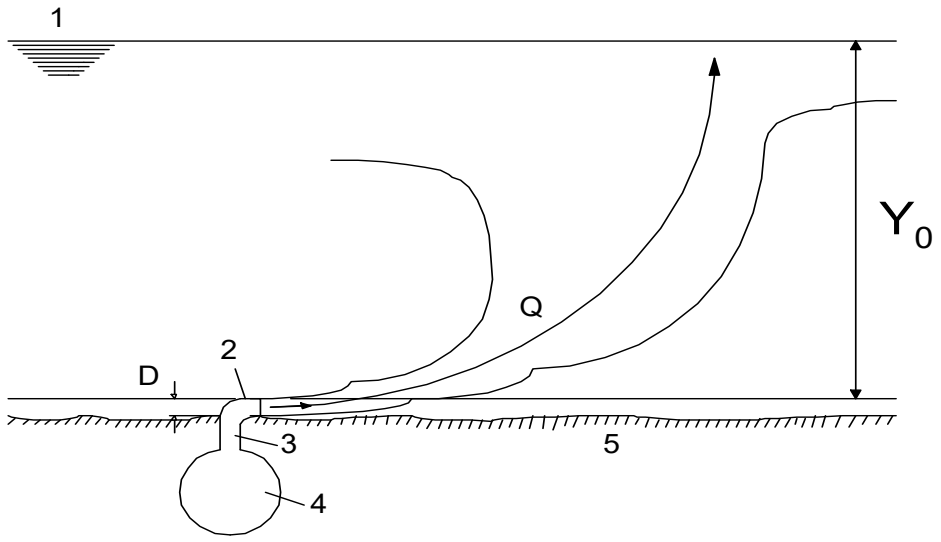


Рис. 15.1. Распространение сбросов от подводного диффузора (1- поверхность моря, 2- выход диффузора, 3 - стояк диффузора, 4 - подводный трубопровод, 5 - морское дно)

Рассеивание по поверхности моря в случае, когда отходы попадают в среду, скорость которой равна нулю, описывается тремя безразмерными переменными:

$$\frac{Y_0}{D}, \quad \frac{U_j}{\sqrt{(\rho_s - \rho_0) g D / \rho_s}}, \quad \frac{U_j D}{\nu} \qquad (15.5)$$

Второй из параметров (15.5) представляет собой так называемое “плотностное число Фруда”, а третий - число Рейнольдса (Re). Установлено, что при Re>2000 число Рейнольдса не оказывает никакого влияния.

Математическим моделированием называют последнее время решение любых математических соотношений, описывающих изучаемый процесс или систему с учетом соответствующих граничных условий. Как правило, математическая модель реализуется на компьютере.

По определению, введенному в кибернетике, модель должна представлять собой некий «чёрный ящик», содержание которого и

процессы, в нём происходящие не принимаются во внимание. При проведении исследований поведения системы на её вход подают известные входные воздействия, а все выводы и заключения делают на основе значений, полученных на выходе системы. При этом, анализируя зависимости между входными и выходными воздействиями, пытаются описать поведение системы.

Способов классификации математических моделей достаточно много, одним из таких способов, описывающих процессы очистки сточных вод, является разделение на динамические и стационарные модели. Поведение системы описывается при помощи одного или нескольких дифференциальных уравнений. При этом в ряде случаев основываются на предположении о стационарности, согласно которому член с производной в уравнении баланса приравнивается нулю. Это превращает дифференциальное уравнение в алгебраическое, что упрощает модель.

Стационарные модели доказали свою качественную целесообразность. Но, как правило, такие модели не адекватно описывают процесс функционирования системы. Это происходит по причине непостоянства входов и качественного изменения стока во времени. В этом случае на помощь приходят динамические модели, способные описать процесс функционирования и дающие возможность сравнивать процессы с точки зрения устойчивости.

Другим способом классификации является стохастичность или детерминированность. Модели, входами, выходами и параметрами которых можно присвоить определенное фиксированное число или ряд фиксированных чисел для любого данного набора условий являются детерминированными. В противоположность этому стохастические или вероятностные модели учитывают неопределённость в описании, и для математического задания модели необходимо использовать именно такие методы. Существуют случаи, когда модель облада-

ет одновременно стохастическими и детерминированными свойствами. Примером может служить модель, в которой приток сточных вод на очистные сооружения может иметь детерминированную компоненту, связанную с суточным циклом, и случайные изменения объемного расхода.

При создании модели нет необходимости делать её как можно сложнее, напротив куда целесообразнее использовать наиболее простые выражения. Такой подход обусловлен необходимостью разработать модель, адекватную предполагаемой цели. Таким образом, первым этапом создания модели должно быть чёткое определение цели и осмысление поставленной задачи. Кроме того, чем сложнее модель, тем выше вероятность возникновения ошибки и, следовательно, невозможность её появления.

Даже та модель, в которой применены грубые оценки численных значений и учтены лишь самые главные входные и выходные воздействия, а также параметры системы, может вполне соответствовать постав-ленной задаче. С другой стороны, может потребоваться более точная модель, требующая точных численных значений и учёта большего числа параметров. Тогда вполне приемлемая для начала модель со временем заменяется более точной моделью с лучшими оценками коэффициентов с меньшим числом эмпирических зависимостей и с использованием большего числа переменных. Поэтому при разработке модели следует учитывать также возможность дальнейшего усовершенствования. Модели, связанные с прогнозированием распространения загрязнений в окружающую среду (водные объекты или атмосферу), часто принципиально имеют трехмерный характер (рис.15.2), хотя обычно стараются уменьшить размерность модели.

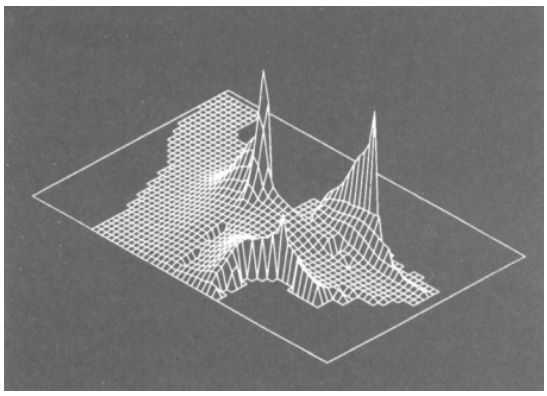


Рис.15.2. Пример трехмерного моделирования концентрации загрязнений на криволинейной сетке

Также нужно следить за тем, чтобы разработка модели, по возможности, была основана на научных знаниях о фундаментальных биологических, химических и физических закономерностях, которые управляют системой. Так, опять при моделировании поведения загрязнений в воде или в воздухе используются фундаментальные соотношения гидро-газодинамики, позволяющие описать поведение загрязнителя в движущейся турбулентной массе воды или воздуха - рис. 15.3.

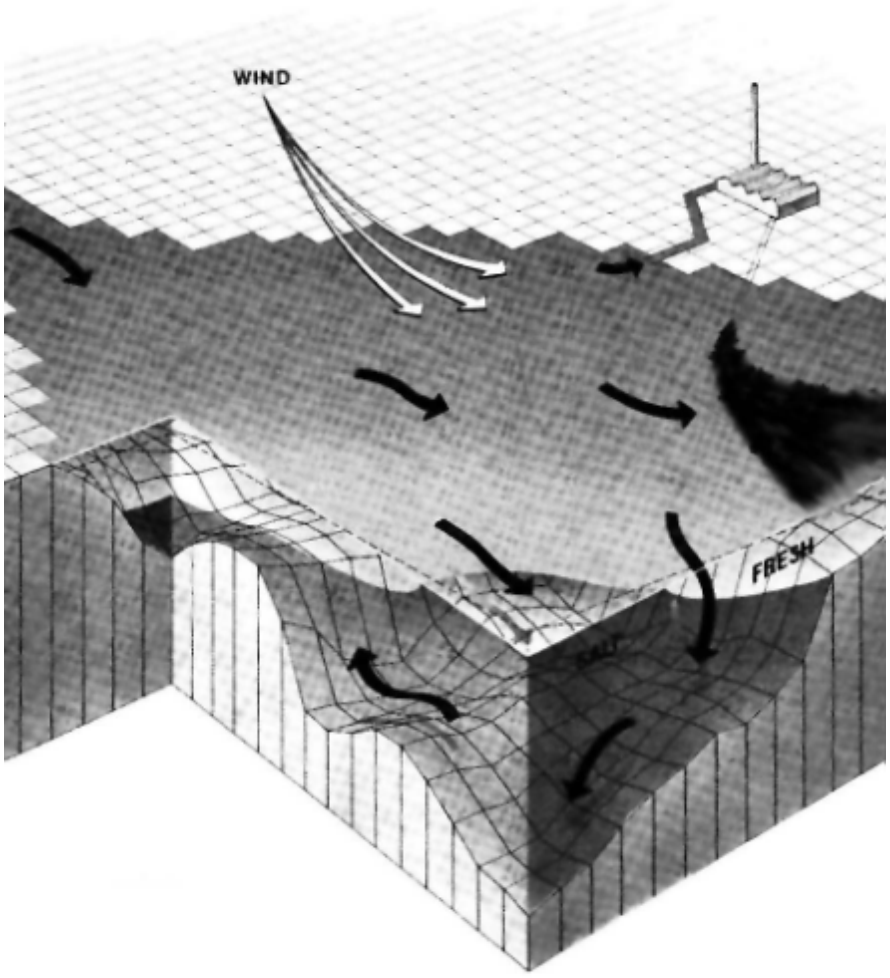


Рис. 15.3. Эмиссия загрязнителя в окружающую среду и основные гидро-газодинамические факторы

Для систем очистки сточных вод наиболее важными, пожалуй, являются: стехиометрические соотношения, константы равновесия, кинетика реакций, газовые законы, теория диффузии, законы сохранения. Модели, основанные на фундаментальных принципах, дают лучшее понимание поведения систем и могут быть с большей надежностью экстраполированы на различные конструкции систем или стратегии их функционирования. В течение всей истории техники применялись модели, основанные на эмпирических зависимостях. Такие модели можно считать вполне подходящими для данной цели, при условии, что осознаются свойственные им ограничения. Общая тенденция такова, что модели становятся все более фундаментальными и менее

эмпирическими по мере углубления знаний о системе. Следует заметить, что в дальнейшем значительная часть зависимостей в системах управления качеством воды будет носить эмпирический характер, что обусловлено недостаточным количеством фундаментальных знаний в данной области.

После создания математической модели системы для предсказания поведения процесса необходимо решить уравнения, содержащиеся в модели. Эта процедура называется имитацией и может быть определена, как использование модели с целью изучить, как повлияет на реальную систему изменение условий. До того как была создана электронная вычислительная техника, имитация была узким местом, и, зачастую, попытки математического моделирования не имели никакой практической ценности, так как невозможно было решить сформулированные уравнения.

После того, как была составлена математическая динамическая модель системы и выбран метод имитации, изменяющееся во времени поведение выходов может быть предсказано по известным входам. Эта процедура называется анализом функций отклика. Методы, применяемые для анализа функций отклика, представляют интерес также при разработке моделей. Это достигается подачей на входы системы стандартизированных сигналов, называемых функциями возмущения, и сравнением реакций на выходе с реакциями стандартизированных моделей. Функции возмущения могут быть периодическими и непериодическими, детерминированными или случайными.

Также важную роль при создании модели играет разработка стратегии управления динамическим поведением системы. Это происходит из-за того, что сама необходимость в ручном или автоматическом управлении тесно связана с динамическим поведением системы.

После завершения работ по созданию модели, все выводы из этой модели являются результатом логических размышлений. Это

имеет место при прогнозировании ещё не построенных предприятий или при изучении ещё не проверенных процессов. Для получения этих логических выводов служат математические методы, позволяющие сделать это за определённое время и с определёнными затратами. Дело в том, что по целому ряду причин (ограниченность времени и материальных средств) не существует такой вещи, как полная и правильно сформулированная математическая модель какого-либо реального процесса. В таком случае, математический аппарат играет немаловажную роль в определении размера и структуры разрабатываемых математических моделей, а математические методы могут помочь физической интуиции при создании подходящих правильных приближений к адекватной модели.

15.2. Математическое моделирование процессов распространения загрязнений в воде или в воздухе

Для иллюстрации применения математического моделирования рассмотрим вопрос о том, каким образом будут распространяться загрязнения после того, как они попадут в водные объекты или атмосферу. Важность этого класса моделей объясняется тем, что достоверная оценка загрязнений может быть проведена только тогда, когда известна картина их распространения.

Даже в простейших случаях сложное движение воды или воздуха можно разбить на две основные составляющие - основное движение (течение воды в русле, перенос воздуха по ветру, приливное течение и пр.) и турбулентный перенос вихрями, создаваемыми шероховатостью поверхности, препятствиями и пр. Если какое-либо загрязняющее вещество попадает в воду, оно относится от места попадания основным течением воды и рассеивается диффузионным турбулентным движением как по направлению течения, так и перпендикулярно к нему - рис.15.4.

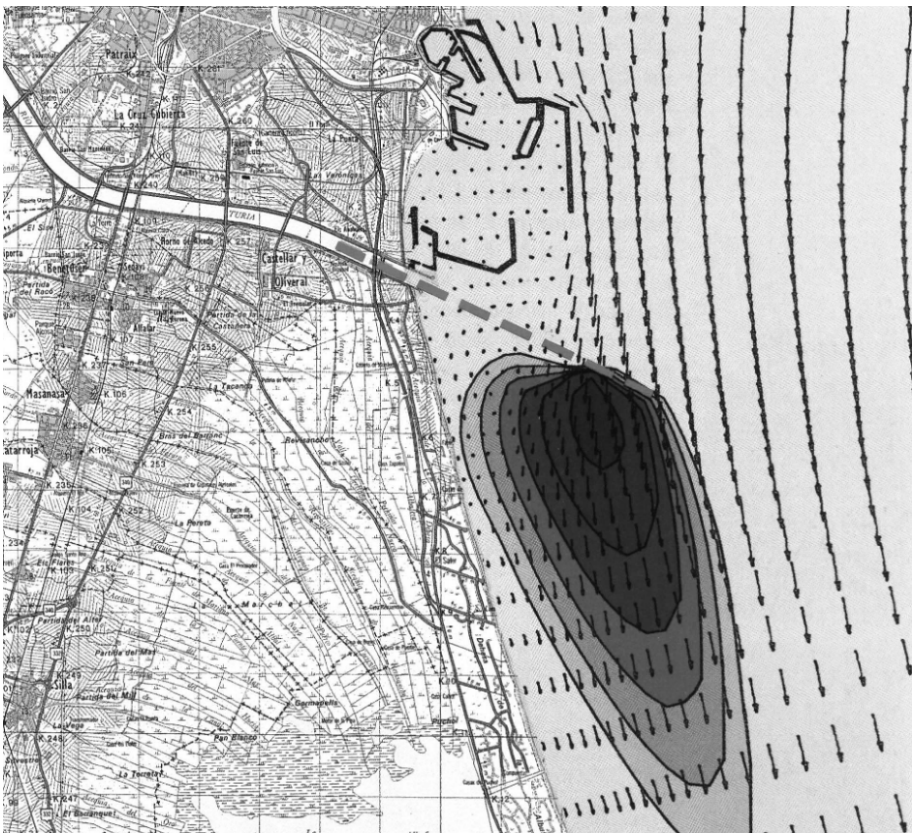


Рис. 15.4. Пример математического моделирования переноса и дисперсии примеси - загрязнений из подводного трубопровода в береговой зоне крупного водоема. Степенями черного цвета показаны степени концентрации загрязнителя в “плюмаже”

В процессе диффузии в направлении, перпендикулярном течению, вещество попадает в области с различными скоростями воды. Например, если вещество попадает в воду с берега реки, где скорость мала из-за трения о воду, оно рано или поздно достигает центральной части реки, где скорость течения больше. Поступление вещества в потоки, движущиеся с различными скоростями, ускоряет его распространение в направление течения. Комбинированный эффект пространственного градиента скорости течения (сдвига) и турбулентной диффузии и создает “рассеивание”. Для количественной оценки рассеивания вещества необходимо знать интенсивность турбулентной диффузии и среднюю скорость воды.

По аналогии с молекулярной диффузией (процессом, значительно более медленным в смысле переноса вещества, чем турбулентная

диф-фузия) поток вещества в некотором направлении принимается пропорциональным градиенту концентрации в этом направлении с коэффициентом пропорциональности, равном коэффициенту турбулентной или вихревой диффузии. Так, если координата “x” направлена по основному движению, то продольный поток вещества описывается выражением.

$$-E_x \rho \frac{\partial c}{\partial x} \qquad (15.6)$$

где c(x) - концентрация, ρ - плотность воды, а знак выбран таким образом, чтобы обеспечить положительный поток вещества в направлении уменьшения градиента концентрации. Аналогичным образом описываются потоки вещества в поперечном (y) и вертикальном (z) направлениях, причем коэффициенты турбулентной диффузии E_y и E_z не должны совпадать по величине друг с другом или с коэффициентом E_x.

Для определения полного потока вещества нужно добавить к турбулентной составляющей вещество, переносимое основным течением. Таким образом: продольный поток вещества $= \left(uc - E_x \frac{\partial c}{\partial x} \right)$, поперечный поток вещества $= \left(vc - E_y \frac{\partial c}{\partial y} \right)$ и вертикальный поток вещества $= \left(wc - E_z \frac{\partial c}{\partial z} \right)$, где u, v, w - продольная, поперечная и вертикальная компоненты скорости основного течения. Суммируя эти потоки, получаем уравнение баланса вещества в следующем виде

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x}\left(uc - E_x \frac{\partial c}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(vc - E_y \frac{\partial c}{\partial y} \right) - \frac{\partial}{\partial z}\left(wc - E_z \frac{\partial c}{\partial z} \right) + S \qquad (15.7)$$

где член S((x,y,z,t) добавлен для того, чтобы описать внешние источники вещества. В принципе при известных значениях скорости основного движения и коэффициентах диффузии и при надлежащих гра-

ничных условиях уравнение (15.7) позволяет найти пространственное и временное распределение концентрации загрязнителя.

Однако этот путь удается использовать только в исключительных случаях. Во-первых, для инженерных расчетов нет необходимости иметь детальную информацию о распределении концентрации. Во-вторых, невозможно достаточно точно знать скорости течения и значения коэффициентов турбулентной диффузии. В-третьих, так как результаты натурных наблюдений никогда не бывают достаточно точны и детальны, можно проверить только некоторые “макроскопические” характеристики модельных результатов. Наконец, надо иметь в виду, что решение общего уравнения баланса вещества для реальных задач сопряжено с большими вычислительными трудностями.

Поэтому обычно стараются уменьшить размерность задачи и для этого усредняют уравнение (15.7) по одной или двум пространственным координатам. Усреднение по глубине приводит к двухмерным, “плоским” или плановым моделям, применяемым для исследования относительно широких и мелких областей с хорошим перемешиванием по глубине. Например, береговая зона моря или относительно мелкие заливы. Поперечное осреднение приводит к двухмерной “вертикальной” модели, которая хороша для узких и глубоких водоемов. Например, узкий залив, или подводный каньон, или глубокая узкая река, или ветровой поток в каньоне.

Усреднение как по вертикальной, так и по поперечной координатам приводит к одномерной модели, применяемой для хорошо перемешанных по глубине и в поперечном направлении рек на участках с относительно небольшой кривизной. Одномерная модель используется чаще других из-за соображений относительной простоты и возможности получить приемлемые инженерные оценки. Иногда используют комбинацию одномерных моделей вместо полной двухмерной или комбинацию одномерной и двухмерной вместо полной трехмерной.

В одномерном виде после осреднения и некоторых преобразований уравнение (15.7) сводится к следующему:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(A\,C\right) = -\frac{\partial}{\partial x}\left(A\,U\,C\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(A\,K_{xx}\,\frac{\partial C}{\partial x}\right) + S \qquad (15.8)$$

где C(x,t) и U(x,t) - концентрация и скорость основного течения воды, осредненные по поперечному сечению A(x,t). Коэффициент турбулентной диффузии в уравнении (15.8) заменен эффективным коэффициентом продольного рассеивания K_x, описывающим совместные эффекты диф-фузии и сдвиговых скоростей. Таким образом, получаем

$$K_x = K_x\left(u - U, E_x, E_y, E_z\right) \qquad (15.9)$$

Удобно разбить K_x на компоненты $E_{x,m}$, K_{xy} и K_{xz}, где $E_{x,m}$ - средний по поперечному сечению коэффициент продольной турбулентной диффузии, а K_{xy} и K_{xz} - коэффициенты продольного рассеивания, создаваемого вертикальными и поперечными сдвиговыми скоростями соответственно. Тогда

$$K_x = E_{x,m} + K_{xy} + K_{xz} \qquad (15.10)$$

С целью проиллюстрировать математическое моделирование процесса переноса загрязнений рассмотрим далее простую одномерную стационарную модель распределения органического вещества в реке. В реку органическое вещество поступает со стоком, его концентрация способна изменяться под действием трёх факторов: молекулярной диффузии и перемешивания из-за турбулентных потоков (рассеивание), переноса вещества основным течением реки (адвекция), химической реакции, о которой предполагается, что она имеет первый порядок. Обозначим концентрацию, которая зависит только от расстояния *x* по течению, символом c и получим обыкновенное линейное дифференциальное уравнение второго порядка

$$\frac{d}{dx}\left[E_x A\left(\frac{dc}{dx}\right)\right] - Q\frac{dc}{dx} - kAc = 0 \qquad (15.11)$$

Это уравнение является стационарным ($\partial/\partial t=0$) вариантом уравнения одномерной модели распространения (15.8), где в качестве внешнего источника введено превращение - биохимическое потребление вещества.

В (15.11): *A* - площадь поперечного сечения реки, которая может изменяться вдоль *x*, другие же параметры, которые для простоты считаем постоянными величинами, это E_x - коэффициент рассеивания по направлению *x*, полный объёмный расход реки *Q* и константа *k* скорости разложения органического вещества. Средняя скорость реки $u = Q/A$ должна зависеть от *x*, так как *A* зависит от *x*.

Даже использование простейшей одномерной модели, представленной уравнением (15.11), приближает математическое описание к реальным условиям.

Общий поток органического вещества через некоторое поперечное сечение реки, обозначенный через *N*, определяется выражением

$$N = Qc - AE_x \frac{dc}{dx} \qquad (15.12)$$

Здесь возникают две задачи, которые нельзя считать тривиальными. Одна из них, к которой мы вернёмся позже, - математическая: это получение решения уравнения (15.11). Другая - более интересная, которая логически идёт первой, - это завершение постановки проблемы.

Рассмотрим сначала источник органического вещества. Допустим, что в точке $x = 0$ производится сброс стока, при котором к органическому веществу в реке добавляется масса *M*. Теперь отметим, что мы не можем пользоваться дифференциальным уравнением (15.11) в точке $x = 0$, так как в основном балансе вещества, с помощью которого было получено уравнение, полный приток вещества для каждого участка приравнивается скорости разложения органического вещества на

нём. Следовательно, здесь должен быть скачок значения величины *N* ниже и выше точки сброса, т. е.

$$M = \lim_{x \to 0^+} [N(x)] - \lim_{x \to 0^-} [N(x)] \qquad (15.13)$$

Модель этой системы линейна, поэтому можно рассматривать влияние сброса лишь одного стока. Линейность означает, что для получения величины совместного воздействия нескольких сбросов в различных точках по течению, можно просто сложить величины воздействия от каждого отдельного сброса - принцип суперпозиции.

Но наша модель еще не полна - у нас есть дифференциальное уравнение, но нет граничных условий. Конечно, мы бы могли для получения решения каким-то образом задать значения величин с и *dc/dx* в точке *x = 0*, однако для этого нет никакого физического оправдания - граничные условия являются частью модели и должны соответствовать нашему пониманию физической системы. Рассмотрим более внимательно определённый участок реки между точкой сброса стока *x = 0* и устьем *x = L*. Это говорит о том, что мы имеем двухточечную граничную задачу, но это не говорит нам о том, какими именно должны быть граничные условия в точках *x = 0* и *x = L*. В основном эти граничные условия должны как-то приближённо соответствовать идее гладкости изменения по аргументу x концентрации и суммарного потока вещества, т.е. *c* и *N* должны быть непрерывными функциями аргумента *x* всюду, кроме точек сброса стока в реку. Необходимость этой аппроксимации связана с тем, что в противном случае пришлось бы делать модель всей речной системы, а также всего озера или моря, в которое впадает река. При моделировании некого специального участка реки необходимо знать условие выше и ниже этого участка; это необходимо для того, чтобы удовлетворялось условие равенства значений на границах. Одним из способов определения этих условий является гипотетическое удлинение рассматриваемого участка и применение предположения о том, что всё органическое вещество на достаточно

длинном участке будет разложено, т.е. мы требуем, чтобы $c \to 0$ при $x \to -\infty$ и $x \to +\infty$. Но может быть, лучше просто детально рассмотреть условие выше по течению и, возможно, наложить условия типа *dc/dx = 0* у плотины или дамбы. Рассматривая полуограниченное озеро с рекой, являющейся точечным источником органического вещества, можно получить интересную модель условий в области ниже по течению. В модель можно было бы включить адвекцию. Кроме того, можно было бы принять условие, что достаточно далеко от устья реки $c \to 0$, хотя эта модель несколько искусственна и, возможно, имеет скорее математический, чем инженерный интерес. Здесь мы рассмотрим численный пример с более простыми граничными условиями.

Допустим, что река течёт настолько быстро, что в районах, расположенных выше точки сброса, практически нет органического вещества. Тогда

$$M = \lim_{x \to 0^+} [N(x)] \qquad (15.14)$$

что можно записать как

$$M = N(0) \qquad (15.15)$$

поскольку далее не рассматривается область x<0. Примем, что ниже по течению

$$\frac{dc}{dx} = 0, \quad x = L \qquad (15.16)$$

Для эколога ключевым является вопрос о том, насколько выбор начальных условий влияет на вид решения. Здесь имеется одно важное общее соображение, относящееся к грубости математических моделей или к их чувствительности к неточностям, основанное на двух идеях. Хотелось бы, чтобы модель не была слишком чувствительна к изменению численных величин измеряемых параметров и не усиливала неизбежные ошибки измерений, приводя к прогнозам, не имеющим практического смысла. Также, хотелось бы, чтобы модель давала приемлемые прогнозы.

Для численного примера возьмём реку с линейно увеличивающейся площадью сечения и воспользуемся следующими значениями: A = (2000 + 0,3x) м^2 (*x* измеряется в метрах), Q = 500 м^3/с, k = 10^{-6} 1/с, E_x =100 м^2/с, *M* = 2000 г/с, *L* = 10^4 м.

Заменой переменных $z = 10^{-4}x$ получим дифференциальное уравнение

$$(2+3z)\frac{d^2c}{dz^2} - 2\frac{dc}{dz} - (2+3z)c = 0 \qquad (15.17)$$

Уравнение (15.12) даёт

$$N = 50\left(c - 0{,}4\frac{dc}{dz}\right) \qquad (15.18)$$

откуда получаем граничные условия:

$$c - 0{,}4\frac{dc}{dz} = 40 \quad \textit{при } z = 0 \qquad (15.19)$$

и $$\frac{dc}{dz} = 0 \quad \textit{при } z = 1 \qquad (15.20)$$

Далее следует выбрать метод для решения задачи. Возможны численные и аналитические методы решения, обсуждение которых выходит за рамки настоящего учебника, однако которые являются важной составной частью математического моделирования в инженерной экологии. В нашем численном примере мы применим метод Рунге-Кутта четвёртого порядка с величиной шага 0,1. Для величины производной dc/dz в точке z=0 были заданы значения -10 и -20, а затем с помощью уравнения (15.19) были получены соответствующие значения величины самой функции c в точке z = 0.

Результаты численного интегрирования приведены в табличном виде ниже:

dc/dz (при z=0)	-10	-20	-18,8506
c (при z=0)	30	32	34,4598

dc/dz (при z=1)	29,0977	-3,7788	0
c (при z=1)	43,2710	19,7019	22,4113

Третья колонка таблицы получена с помощью линейной интерполяции, и реальные вычисления с этими значениями дают для величины *dc/dz* в точке *z=1* значение -9×10^{-5}. При точных вычислениях оно должно быть нулём, и это предположение подтверждается тем фактом, что вычисление с точностью до 12 значащих цифр даёт для этой производной значение -8×10^{-10}. Уменьшение величины шага в два раза даёт различие только лишь в четвёртом десятичном знаке, из чего можем сделать вывод, что полученные результаты вполне точны.

Таким образом получено, что при концентрации органического вещества в точке сброса c=34,4598 г/м^3 его концентрация на расстоянии 10 км ниже по течению реки вследствие биохимического разложения составит уже c=22,4113 г/м^3. Ясно, что подобным способом можно получить значения концентрации и в промежуточных точках, представляющих интерес. Не достает реаэрации, однако это легко исправить добавлением соответствующего члена в уравнении баланса вещества.

15.3. Физическое моделирование качества воды в береговой зоне водоема

Береговая зона водоемов является одним из наиболее загрязненных мест. Сюда происходит сброс загрязнений впадающими реками, на берегах которых расположены, как правило, многочисленные источники точечного и распределенного загрязнения: промышленные предприя-тия, города и поселки, сельскохозяйственные поля и т.д. Кроме того, непосредственно в береговую зону происходит сброс загрязнений источниками, расположенными на берегу водоема. Это могут быть снова промышленные, городские и сельскохозяйственные ис-

точники, а также транспорт, добыча нефти и газа, зоны отдыха и спорта и т.д. (рис. 15.5).

Рис. 15.5. Завод, расположенный на берегу моря.

Проблема осложняется тем, что в береговой зоне нет постоянно действующего течения, как в реке, приводящего к разбавлению попадающих загрязнений. Течения в береговой зоне могут вызываться ветром, поверхностными волнами, струйными течениями вблизи устьев рек или приливами. Однако эти факторы действуют эпизодически за исключением рек, приливные течения малы для внутренних водоемов и многих морей и поэтому возможны условия, когда водообмен полностью отсутствует и береговая зона превращается в болото. Дополнительным фактором ухудшения водообмена является строительство береговых сооружений, которые, как правило, приводят к образованию замкнутых или полузамкнутых акваторий с ограниченным водообменом с основным водоемом. Это могут быть морские порты, яхт-клубы, бассейны охладители, берегозащитные сооружения и т.д. Проблема состоит еще в том, что эти сооружения возводятся как в раз в

зоне максимального использования берегов, т.е. в зоне наибольших источников загрязнения.

Так как математическое моделирование течений, образуемых ветром или волнами в береговой зоне моря в присутствии сооружений сложной в плане конфигурации, является достаточно сложной и не вполне разработанной до настоящего времени проблемой, то для решения соответствующих задач используется метод физического моделирования.

Рассмотрим в качестве примера моделирование водообмена для участка береговой зоны моря с проектируемыми сооружениями будущего небольшого порта, где основным фактором водообмена являются волновые течения, образуемые в зоне обрушения волн. В примере исследовался бухтовый участок берега Черного моря в районе г. Анапы. Задачей моделирования являлось определение рациональной конфигурации сооружений, а также возможности применения специальных решений типа принудительной промывки акватории или использования проницаемых конструкций для обеспечения необходимого водообмена.

Моделирование проводилось в волновом бассейне, имеющем в плане форму трапеции с основаниями 41 и 25 м и высоту 31,5 м. высота стенок бассейна - 1,7 м. Волны в бассейне создавались волнопродуктором типа качающегося щита, он дает возможность генерировать волны высотой до 35 см и периодом от 0,8 до 5 с.

Модель строилась по критерию Фруда, линейный масштаб модели был 1:69. Естественный рельеф дна воспроизводился на модели до глубины 7,2 см (≈5 м). Здесь и далее в скобках указаны соответствующие значения для натурных условий. Бассейн наполнялся водой на глубину 29 см. Волны обрушивались на глубине 7,2 см при высоте волн 4,5 см (3,1 м) при периоде волн 0,92 с (7,6 с). План модели показан на рис. 15.6.

Рельеф дна на схеме показан линиями равных глубин - изобатами. Их конфигурация показывает, что рельеф дна на изучаемом участке представляет собой слабую бухту с почти постоянной крутизной дна.

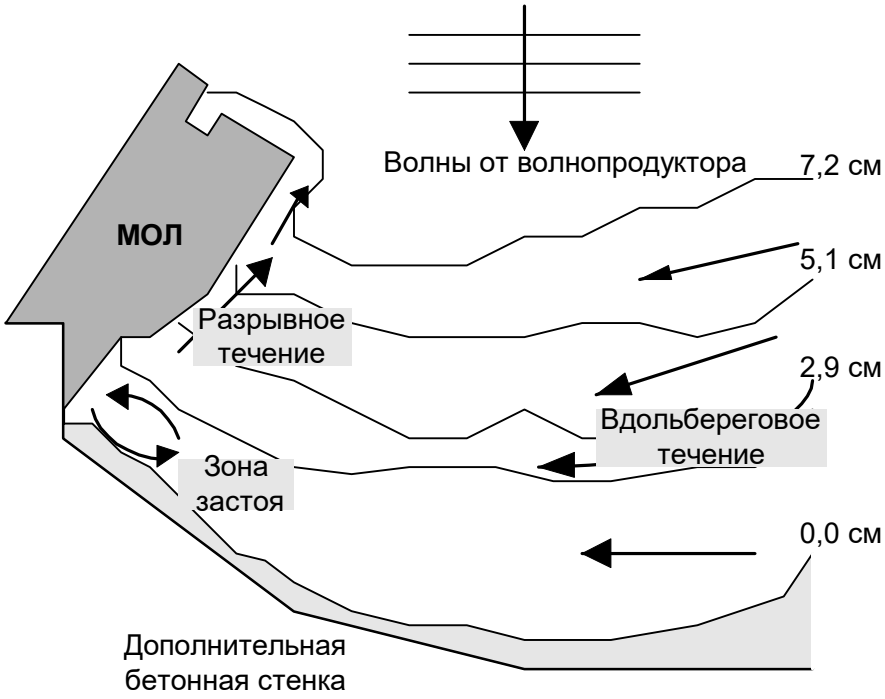


Рис. 15.6. План физической модели участка береговой зоны с проектируемым молом порта (схематично)

В результате обрушения волн на модели формировалась сложная картина волновых течений, измерение которой производилось с помощью трассеров (поплавков) различной плавучести. Основные компоненты этой картины показаны на рис. 15.5. В основной части модели создавалось достаточно мощное течение, направленное вдоль берега к молу. Это так называемое вдольбереговое течение, хорошо знакомое всем, кто купался в море во время сильного волнения. Это течение, подходя к молу, образует узкое разрывное течение, направленное вдоль мола к открытому морю. И в корневой части мола образуется циркуляционное течение, область которого почти не обменивается водой с остальной акваторией - зона застоя.

Для определения на модели интенсивности водообмена в различных областях использовались измерения солености специальными датчиками-солемерами. Изучаемая область с помощью щитов отделялась от остальной части модели и вода засаливалась в ней до некоторой постоянной концентрации $C_н$, контроль концентрации соли производился по показаниям солемеров, установленных в контрольных точках. После включения волнопродуктора щит поднимался, и производилась запись эволюции концентрации солености одновременно на всех датчиках. Характерные записи для некоторых опытов показаны на рис. 15.7.

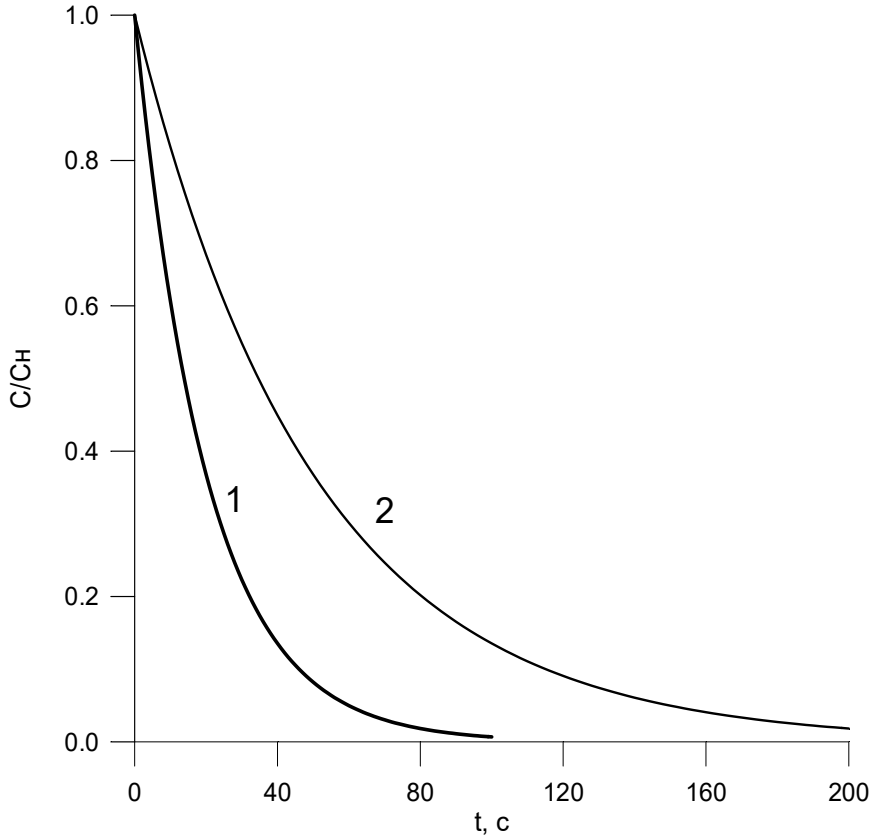


Рис. 15.7. Характерные записи (сглаженные) эволюции концентрации солености (1 - для области вдольберегового течения, 2 - для застойной зоны).

Результаты измерений, показанные на рис. 15.6 демонстрируют, что уменьшение концентрации солености в зоне вдольберегового течения происходит значительно быстрее, чем в застойной зоне. Скорость процесса характеризуется коэффициентом водообмена, χ в со-

ответствии с уравнением $c(t) = c_0 \exp\left(-\chi\left(t - t_0\right)\right)$ (15.21)

при начальном условии $c = c_0 \quad t = t_0$.

Действительно, если записать уравнение баланса массы для контрольного объема “идеального смесителя” (объем равен V) в виде

$$\frac{dc}{dt} = \sum Q_i c_i - \sum Q_o c_o + S + KVc \qquad (15.22)$$

где первая сумма в правой части представляет собой общий поток вещества внутрь контрольного объема, второй - общий поток вещества из контрольного объема, третий - источник внутри контрольного объема и последний - превращение вещества, то решение этого уравнения при тех же начальных условиях, что и для (15.21) можно записать в виде:

$$c = \left(c_0 - \frac{\frac{S}{V} + \frac{Q}{V} c_i}{\frac{Q}{V} + K} \right) \exp\left[-\left(\frac{Q}{V} + K \right)\left(t - t_0\right) \right] + \frac{\frac{S}{V} + \frac{Q}{V} c_i}{\frac{Q}{V} + K} \qquad (15.23)$$

где Q - общий поток воды через границы контрольного объема. Если внутри контрольного объема нет дополнительных источников, S=0, загрязнитель консервативен, K=0 и снаружи в контрольный объем не поступает загрязнение, c_i=0, то, обозначив χ=Q/V, получим из общего решения (15.23) ранее записанное (15.21).

Однако, если известно значение интенсивности водообмена для изучаемой области, а, как было показано выше, его можно определить с помощью физического моделирования, то решение (15.23) позволяет выполнить чрезвычайно полезные инженерные оценки экологических параметров. Например, с его помощью можно оценить максимальную мощность внутреннего источника загрязнения, при которой концентрация загрязнителя не превысит предельно допустимую, $c_{standard}$:

$$\frac{S_{\max}}{V} = c_0\left(\chi + K\right) - \chi c_i + \frac{\left(c_{s\tan dard} - c_0\right)\left(\chi + K\right)}{1 - \exp\left[-\left(\chi + K\right)\left(t - t_0\right)\right]} \qquad (15.24)$$

Или, наоборот, попытаться предложить инженерные мероприятия, увеличивающие интенсивность водообмена или уменьшающие поступление загрязнений в контрольный объем.

Представленный подход представляет собой на самом деле не “чистое” физическое моделирование, а комбинацию физического и математического моделирования. Такой метод называют иногда гибридным моделированием, и именно он приводит к наиболее успешным результатам.

Заключение

Как отмечает в своей книге «Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы) («Россия молодая», 1994) известный отечественный эколог Н.Ф. Реймерс, в мире «разразился быстро протекающий глобальный экологический кризис, в котором объединились глобальные энергетическое и химическое загрязнения, потеря видов живого, грозящая снижением надежности экосистем, и разрушение последних из-за дисбаланса экологических компонентов и природных комплексов, ведущего к тотальному опустыниванию. Экологический кризис идет в масштабе десятилетий, и хотя разновременен в разных частях планеты, но эта разница не превышает полувека». Изложенные в настоящем пособии материалы к изучению общей экологии убеждают нас в прозорливости такой оценки еще десять лет назад. Ежедневная поступающая информация буквально захлестывает примерами негативного отношения человечества к окружающей природе и всей биосфере в целом.

В связи с этим, составители данного пособия выражают надежду, что знакомство с представленными материалами хотя бы в малой степени будет способствовать формированию у нынешнего поколения экологического мировоззрения. Поэтому нам представляется целесообразным привести «Экологический манифест», разработанный Н.Ф.Реймерсом, почему-то незаслуженно забытый – как своеобразный «крик души» ученого, радеющего за будущее человечества. С каждым днем практически все его положения становятся все более актуальными и злободневными. Давайте примем на вооружение этот призыв – во имя будущих поколений, наших детей и внуков!

«ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МАНИФЕСТ»

Природа. Тысячелетиями мы боролись с нею, покоряли ее, преобразовывали, нещадно уничтожали. Мы пели гимны тем, кто лишал нас естества Матери-Натуры, родившей человечество, той Матери,

что до сих пор терпеливо кормит неразумного сына, дает жизнь новым поколениям людей.

Тысячелетиями мы лицемерно взывали: «Люби ближнего!», демагогически рассуждали о благе для всех. И столько же лет уничтожали себе подобных, среду жизни человечества — саму основу его существования. Нас не смущал даже путь к самоубийству в результате глобальной войны или экологического апокалипсиса. Мы не видели, не хотели видеть, что, куя оружие, не только вырываем кусок изо рта голодного младенца, женщины, старика, но сокращаем, а быть может, и лишаем человечество будущего.

В упоении борьбы с природой и инакомыслящими мы проглядели две великие истины. Первая та, что человечество существует и развивается за счет природы. Глупо рубить сук, на котором сидишь. Вторая в том, что вовсе не противоборство, а взаимопомощь — основа всего сущего на Земле. Она первична, борьба вторична. Не злые ведьмы, а добрые феи продолжают жизнь.

Пока люди дрались за кусок хлеба, их можно было еще простить. Когда они пытаются утопить корабль, в котором все вместе плывут по океану небытия, - прощения им нет. Ведь до обетованного берега не доберется никто. И не поможет нам ни царь и ни герой. Лишь общими усилиями возможно прийти к благополучию.

Мы создавали себе богов и идолов, уходили от языческого почитания сил Земли. В конце этого пути мы преклонили колена перед истуканом техники, не заметив, что уже не прежняя, а измененная нами природа довлеет над нами. Брошенный нами бумеранг возвращается. Мы сами занесли меч над собственной головой.

Миллион транзисторов не заменит куска хлеба голодному, миллиард телевизоров не спасет от жажды, триллион автомашин не даст глотка воздуха задыхающемуся. Умереть под горой технических побрякушек — удел лишь жадных глупцов.

Выбрасывать 98 процентов используемого природного вещества и потреблять из него не более двух — не лучшая стратегия развития.

Если химия умеет все, то прежде всего убивать. Пестициды уничтожают не только «вредителей». Они угрожают всему живому на Земле и прежде всего человеку. Химизация сельского хозяйства ведет

в тупик безысходности. Тут война с природой проиграна. Нужны новые пути к изобилию.

Все химические загрязнения среды жизни ведут в никуда человеческих болезней и разрушения природы. Они недопустимы. С химией нужна осторожность, осторожность и еще раз осторожность. *Неестественное неразумно — такова мудрость веков.*

Физика Земли должна быть неизменной. Атом войны — это вечная зима смерти, испепеляющий планету ураган. Мирный атом ни к чему каждому дому. Пусть он остается в стенах ядерных реакторов.

Шум — враг номер один. Он — физический наркотик, калечит тело и душу. Тишина нужна миру.

Радиоволны несут одну информацию и разрушают другую — генетическую. Они способны уничтожить банк данных жизни. Им место лишь в закрытых каналах связи.

Океан — мировая свалка и сточная яма — уже задыхается от грязи, теряет способность к самоочищению. В наших интересах сохранить его чистоту.

Реки — артерии планеты — не должны вспухать склеротическими тромбами. Вода — кровь Земли — должна течь в них хрустальными струями, а не гнить в грязных клоаках.

Венозная кровь бежит к сердцу, артериальная от него. Желающий обращать потоки вспять, пробуй это сначала на себе!

Почва — кожа Земли. Эрозия ее разрушает, химия травит, свалки душат. Без почвы нет и не будет процветания.

Без *«братьев наших меньших»* мы не можем существовать. В унылом мире одних клопов и тараканов человек обречен на гибель. *Сеть жизни едина, и он ее звено.*

Биотехнология — великое достижение. Но и она несет с собой массу угроз. *Закон экологии гласит: уничтожая вредное, мы вызываем к жизни иное, быть может, не менее вредоносное; порождая новое, мы вытесняем старое, возможно, более нужное всем нам.* Это старое может быть и генетическим наследием предков, т. е. тем, что только и дает нам способность жить.

Лишь естественная, чистая пища — залог крепкого здоровья.

Вместимость космического корабля *«Земля»* не бесконечна. Нужно трезво думать как накормить, напоить, где поселить и где дать отдохнуть каждому гражданину Земли. *Пространство — тоже ресурс.*

Безмерные возможности планеты — неумный и вредный миф. Мы живем на малом космическом теле, любая часть которого не может быть бесконечной.

Уход в космос - горячечный бред технократа. Счастье на Земле не заменят космические странствия. Землеотступников ждет неминуемая гибель: Земля во Вселенной только одна и лишь на ней может жить человек. Мечта о завоевании Космоса сродни мечте о мировом господстве. Разумный принцип: космос для Земли, а не Земля для космоса.

Таковы реалии.

Не природе нужна наша защита. Это нам необходимо ее покровительство: чистый воздух, чтобы дышать, кристальная вода, чтобы пить, вся Природа, чтобы жить. Она — Природа — была и всегда будет сильнее человека, ибо она его породила. Он лишь миг в ее жизни. Она же вечна и бесконечна. Человек для нее деталь. Она для него — все. А потому: не вреди!

Люди, прозрейте! Труд вас сделал разумными. Земля дала пищу и кров. Капитал обогатил. Наука повела в будущее. Но вы обманываете себя. Вы идете в грядущее через минное поле опасных изобретений. Вы заморочили себе голову псевдопрогрессом, в котором не осталось ни грана гуманизма. Вам подсовывают безумную технизацию под видом научно-технической революции. Вам объявляют об излишке знания, когда никто не ведает, что будет с планетой завтра, через час, через минуту...

Грядет новая эпоха. На пороге глобальная революция — мирная революция экологии. Ее цели — выживание и благополучие человека. Это революция гуманизма, путь любви и счастья, здоровья, мира и радостей для всей планеты.

Человеку — человечье, природе — природово. И все — для блага людей.

Протрите глаза! И вы увидите очи любимых, милые личики детей, мозоли отцов, светлые озера, ленты рек, ширину полей и дали водных просторов.

Прислушайтесь! И сквозь рев моторов и транзисторов вы услышите журчанье ручьев, шелест травы, неповторимую звенящую тишину природы.

Это не «эмоции». Это — *ресурсы, условия жизни и работы*. В конечном счете это фундамент экономического процветания и социального благополучия.

Угроза нависла над всем этим. Признак экологического кризиса стал грозной явью. Его тяжелая поступь слышна в аномалиях климата, опустынивании планеты, кислотных осадках.

Биосфера серьезно больна. Ее поразило вмешательство человека в ее жизнь. Помимо острых, всем очевидных невзгод подкрадывается хроническая болезнь нарушения экологического равновесия, искажения биогеохимических циклов. Снизить давление на среду жизни можно только уменьшив население Земли. «Плодитесь и размножайтесь», но с оглядкой: как бы не превратить всех своих потомков в смертников.

Бездумная техника сминает природу, кромсает биосферу, давит человечество, травит Землю.

Этот путь окончен. Смог, удушающий людей, озоновые дыры над полюсами и чума XX века — ВИЧ (СПИД) достаточное тому доказательство. В обращении с планетой, с самим человеком, нужны глубокие знания и мудрая осторожность. Они — символ экологии.

Век безоглядной эксплуатации позади: и *человека человеком, и природы человеком*. Природа требует воспроизводства. В особой заботе нуждается человек. Экономика перестала быть единственной общественной целью. Не безвременно скончаться богатыми, а жить, пользуясь благами природы и цивилизации,— задача людей.

Мы не технофобы. Нелепо призывать к отказу от успехов физики и химии, любых других наук. Нам по пути с техническими новшествами. Но только с теми, что возникают не за счет горя людей и беспросветности будущего человечества. Мы за науку и технику здоровья и жизни, мы против техники и науки разрушения.

МЫ ЗАЯВЛЯЕМ:

- люди обязаны знать правду о состоянии своего вечного дома. Его сохранение — в их интересах.

В области экологии:

— самое малое отклонение должно быть известно всем,

— опасное немногим требует пристального внимания,

— несущее вред сотням достойно осуждения,

— угрожающее тысячам требует пресечения,

— тревожащее миллионы должно быть уничтожено,

— грозящее миру и планете — вне закона,

— вредное одному виду живого не может быть безразличным для других и прежде всего для человека,

— благо для одних не должно оборачиваться горем для остальных,

— любой терроризм бессмыслен: с его помощью не решить никаких проблем,

— не «падающего толкни», а не дай упасть никому.

Мы «улучшаем» природу, забыв, что сами нуждаемся в улучшении. Мы тратим миллиарды, возводя плотины на реках. Куда больше средств и сил мы положили на создание барьеров между людьми. Плотины на реках лишают нас рыбы, но дают хотя бы электричество и воду для полива. Барьеры между людьми не дают ничего, кроме людского горя. Не природа требует дальнейшего преобразования — человечество нуждается в новых устоях жизни.

Всегда что-то происходит за счет чего-то. И нужно думать и считать, что получаем и что теряем. Считать и снова думать. Иначе нить Ариадны оборвется и не приведет к благополучию.

Созидай! Но созидай осторожно и разумно, с оглядкой на человека, на мир людей и мир природы. О разрушении и так позаботится время...

Впереди огни благополучия. Они вечны. Путь к ним нелегок, борьба тяжела. Светлая цель оправдывает любые усилия. Объединимся же под знаком мудрости экологического гуманизма!

Наше НЕТ:

— любым войнам,

— любым битвам с Природой, под какими личинами благого преобразовательства они бы ни скрывались,

— безграмотному технократизму и волюнтаризму в природопользовании,

— неумному экономизму,

— шапкозакидательству в демографии,

— технократическому гигантизму, который всегда предвещает начало конца,

— всему тому, что конъюнктурно и не обещает реальных экономических, социальных и экологических выгод на перспективу столетий, и только в этой единой совокупности благ, а не иначе,

— любому, что грозит биосфере Земли, угрожает людям, каждому человеку — всем и по отдельности.

Наше ДА:

— миру и спокойствию,

— любви и уважению к Природе — фундаменту и условию человеческой жизни,

— сохранению биосферы того типа, в которой возник и развивался Человек разумный,

— максимальному сбережению видов живого, мест их обитания, всей природоохранной политике,

— вниманию к человеку — ко мне и к тебе, к нему и каждому,

— ресурсосберегающим, экономным и малоотходным технологиям,

— «замкнутым» циклам производства,

— миниатюрным изделиям,

— новым биологизированным путям развития сельского хозяйства,

— заводам без дыма, фабрикам без ядовитых стоков, автомашинам без удушливого выхлопа,

— тишине,

— трезвой демографической стратегии,

— разуму и науке, осторожности и мудрости,

— экологической культуре.

Гений человечества должен служить только людям, их процветанию. Зеленый свет всему, что сберегает ресурсы жизни. «Стоп» любому, кто транжирит их.

Лишь тот не против нас, кто с нами!» (Н.Ф. Реймерс, 1994)

«Чего не понимаем, тем мы не обладаем». В. Гете.

Экологические термины и определения

При составлении словаря использовались: "Геоботанический словарь" (Быков, 1973); "Геоботаническая терминология" (Быков, 1967); "Геологический словарь" (1978); "Краткая философская энциклопедия" (1990); "Популярный биологический словарь" (Реймерс, 1991); "Природопользование" (Реймерс, 1994); "Сельскохозяйственный энциклопедический словарь" (1989); "Современный словарь иностранных слов" (1994); "Четырехъязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии" (Щукин, 1980); "Экологический энциклопедический словарь" (Дедю,1990) и другие источники.

№№ п/п	***Т е р м и н***	***Определение термина***
1.	**Абиотические факторы**	все свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы.
2	**Абиотические, биотические**, **антропогенные** (антропические)	разделение экологических факторов
3	**Авитаминозы** (от а — отрицательная приставка и витамины)	группа различных по клиническим проявлениям заболеваний, развивающихся вследствие резкой недостаточности витаминов в организме (бери-бери, пеллагра, цинга и др.).
4	**Автотрофы** (от греч. autoe - сам + trophe - пища, питание)	организмы, синтезирующие органическое вещество из неорганического благодаря энергии солнца *(фотосинтез)* или энергии, освобождающейся при химических реакциях (хемосинтез определенных групп микроорганизмов).
5	**Адаптация** (от позднелат. adaptatio - приспособление)	комплекс морфофизиологических и поведенческих признаков, обеспечивающих успех в конкуренции *(естественном отборе)* и способствующих выживанию в процессе *борьбы за существование.*
6	**Адаптационный синдром** (общий адаптационный синдром)	совокупность защитных реакций организма человека или животного (преимущественно эндокринной системы) при стрессе. В адаптационном синдроме различают стадии тревоги (мобилизация защитных сил), резистентности (приспособление к трудной ситуации), истощения (при сильном и длительном стрессе может закончиться смертью).
7	**Анемофилы** (от греч. anemos - ветер + phile5 - люблю)	растения, опыляемые ветром.
8	**Анемофиты** (от греч. anemos - ветер + phiton - растение)	растения, предпочитающие *местообитания,* подверженные сильному воздействию ветра.
9	**Антропоген** (от греч. antropos - человек + genes - рождающий, рожденный)	одно из названий *четвертичного периода,* предложенное в 1922 г. А. П. Павловым. Название дано на том основании что в начале этого периода появился человек.

№№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
10	**Антропогенез** (от антропо... и генез)	процесс историко-эволюционного формирования физического типа человека, первоначального развития его трудовой деятельности, речи. Учение об антропогенезе — раздел антропологии.
11	**Антропогенное воздействие на природу** (от греч. antropos - человек)	- прямое осознанное или косвенное и неосознанное воздействие человеческой деятельности, вызывающее изменение *природной среды,* естественных *ландшафтов.*
12	**Антропогенные факторы**	формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природы как среды обитания других видов или непосредственно сказываются на их жизни.
13	**Антропология** (от антропо... и ...логия)	наука о происхождении и эволюции человека, образовании человеческих рас и о нормальных вариациях физического строения человека. Как самостоятельная наука сформировалась в сер. 19 в. Основные разделы антропологии: морфология человека, учение об антропогенезе, расоведение. С сер. 20 в. усиленно развивается комплекс дисциплин, объединенных под названием «биология человека» (изучение физиологических, биохимических и генетических факторов, влияющих на вариации строения и развития человеческого организма).
14	**Аридный** (от лат. aridus - сухой)	определение природных зон, ландшафтов, формирующихся в условиях сухого жаркого климата.
15	**Архантропы** (от греч. archaios — древний и anthropos — человек)	древнейшие ископаемые люди (питекантроп, синантроп и др.), близкие по уровню эволюционного развития и характеру культуры.
16	**Атавизм** (от лат. atavus — отдаленный предок)	появление у организмов признаков, свойственных их далеким предкам (напр., трехпалость у современных лошадей, развитие хвостового придатка у человека).
17	**Аутосомы**	все хромосомы в клетках раздельнополых животных и растений, за исключением половых хромосом.
18	**Аутэкология** (от греч. autos - сам + *экология)*	раздел *экологии , из*учающий взаимоотношения отдельной особи, популяции, вида с окружающей средой.
19	**Бедленды** (англ. badland - дурные земли)	сильно расчлененная оврагами местность, непригодная для земледелия.
20	**Бенталь** (от греч. benthos - глубина)	дно океана как среда обитания донных организмов *(бентоса).*
21	**Бентос** (от греч. benthos - глубина)	совокупность растений (фитобентос) и животных (зообентос), ведущих донный образ жизни.

№ п/п	Т е р м и н	Определение термина
22	**Биогеоценоз** (от греч. bios - жизнь + geo - земля + koinos -общий) -	сложная природная система, совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных условий атмосферы, горной породы, почвы и гидрологических условий, растительности, животного мира и мира микроорганизмов), имеющая свою, особую специфику взаимодействия слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией. Иногда используется как синоним ***экосистемы.*** Отличие состоит в том, что **Биогеоценоз** - конкретная территориальная единица *(биохора),* соответствующая низшим единицам территориального подразделения *биосферы.* В *ландшафте* один **Биогеоценоз** занимает одну *фацию, экосистема* - понятие безразмерное.
23	**Биоиндикатор** (от греч. bios - жизнь + лат. indikator - указатель)	группа особей (или сообществ) растений и животных, по наличию и состоянию которых, а также поведению судят об изменениях окружающей среде.
24	**Биом** (англ. biome)	совокупность сообществ организмов *(экосистем)* какой-либо крупной территории, например природной зоны: тундры, тайги и т.п.
25	**Биосфера** (от греч. bios - жизнь + sphaira - шар)	область существования и функционирования *живого вещества* - всей совокупности ныне живущих организмов. Б. охватывает нижнюю часть атмосферы, до высоты, ограниченной озоновым слоем (около 15 км), всю гидросферу, до максимальных глубин впадин Мирового океана (более II км), верхнюю часть литосферы до глубины около 4 км, где температура превышает 100 °С
26	**Биота** (от греч. biote - жизнь)	совокупность видов организмов какой-либо крупной территории (например, биота тундры, биота Центрального биогеографического царства и т.п.). Иными словами, биота - это *флора* и *фауна* определенной территории.
27.	**Биотические факторы**	формы воздействия живых существ друг на друга.
28	**Биотический круговорот**	обеспечивается взаимодействием трех основных групп организмов: *продуцентов* - зеленых растений, осуществляющих фотосинтез, и бактерий, способных к хемосинтезу, которые создают первичное органическое вещество; *консументов,* потребляющих органическое вещество, - это растительноядные и хищные животные; *редуцентов* (деструкторов), разлагающих мертвое органическое вещество до минерального, - это в основном бактерии, грибы и простейшие животные.
29	**Биотоп** (от греч. bios - жизнь + topos - место)	однородный в экологическом отношении участок земной поверхности (территории или акватории), занятый одним *биоценозом.* Синоним ***местообитания.***

№ п/п	Т е р м и н	Определение термина
30	**Биохора** (от греч. bios - жизнь + chera)	пространство) - территориальное подразделение *биосферы,* охватывающее группу пространственно объединенных *биотопов.* **Биохоры** разной размерности образуют определенный иерархический ряд.
31	**Биоценоз** (от греч. bios - жизнь + koinos - общий)	взаимосвязанная совокупность всех живых существ, населяющих более или менее однородный участок суши или водоема. **Биоценоз** характеризуется определенными отношениями между организмами и приспособленностью к условиям окружающей среды.
32	**Биологические ритмы** (биоритмы)	циклические колебания интенсивности и характера биологических процессов и явлений. Одни биологические ритмы относительно самостоятельны (напр., частота сокращений сердца, дыхания), другие связаны с приспособлением организмов к геофизическим циклам — суточным, приливным , годичным (изменение численности и активности животных, роста и развития растений и др.). Наука о биологических ритмах — хронобиология..
33	**Вегетативная нервная система**(от лат. vegeto — возбуждаю, оживляю)	часть нервной системы позвоночных животных и человека, регулирующая деятельность внутренних органов и систем — кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения, размножения и др., обмен веществ и функциональное состояние (возбудимость, работоспособность и др.) тканей организма. Делится на симпатическую и парасимпатическую нервную систему.
34	**Витамины** (от лат. vita — жизнь)	низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, необходимые в незначительных количествах для нормального обмена веществ и жизнедеятельности живых организмов.
35	**Воспроизводство популяции**	способность организмов порождать себе подобных; одна из основных характеристик жизни.
36	**Гелиофиты** (от греч. helios - солнце + phiton - растение)	растения, предпочитающие ярко освещенные солнцем *местообитания.*
37	**Геном**	совокупность генов, содержащихся в гаплоидном (одинарном) наборе хромосом данного организма. Диплоидные организмы содержат 2 генома — отцовский и материнский.
38	**Генотип** (от ген и тип)	генетическая (наследственная) конституция организма, совокупность всех его генов. В современной генетике рассматривается не как механический набор независимо функционирующих генов, а как единая система, в которой любой ген может находиться в сложном взаимодействии с остальными генами. См. также Фенотип.

№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
39	**Географическая среда**	широкое понятие, объединяющее *природную* и *окружающую среду.*
40	**Геосистема** (от греч. *ge* - земля + systema - целое)	природная система, состоящая из взаимообусловленных компонентов, принадлежащих литосфере, гидросфере, атмосфере и биосфере, функционирующая и развивающаяся во времени как единое целое. **Геосистема** - понятие территориально неопределенное - "от болотной кочки до географической оболочки" - в отличие от *природно-территориального комплекса (ПТК),* подразумевающего принадлежность к территориальной единице определенного *иерархического уровня.*
41	**Геоэкология** (от греч. ge - земля + экология)	наука о взаимодействии географических (природно-территориальных комплексов, геосистем), биологических {биоценозов, биогеоценозов, экосистем) и социально-производственных систем {природно-хозяиственных комплексов, геотехсистем). Особое внимание **Геоэкология** обращает на антропогенные процессы экологической, дестабилизации и опустошения земель, разработку рекомендаций по рациональному природопользованию.
42	**Гигрофиты** (от греч. hygros - влажный + phyton - растение)	наземные растения, предпочитающие обильно увлажненные *местообитания.*
43	**Гидрофиты** (от греч. hydor - вода + phyton - растение)	водные растения, прикрепленные к грунту и погруженные в воду только нижними своими частями.
44	**Гипоталамус**	отдел промежуточного мозга (под таламусом), в котором расположены центры вегетативной нервной системы; тесно связан с гипофизом. Нервные клетки гипоталамуса вырабатывают нейрогормоны вазопрессин и окситоцин (выделяемые гипофизом), а также рилизинг-гормоны, стимулирующие или угнетающие секрецию гормонов гипофизом. Гипоталамус регулирует обмен веществ, деятельность сердечно-сосудистой, пищеварительной, выделительной систем и желез внутренней секреции, механизмы сна, бодрствования, эмоций.
45	**Глобальные проблемы**	современные проблемы существования и развития человечества в целом — предотвращение мировой термоядерной войны и обеспечение мира для всех народов; преодоление разрыва в уровне социально-экономического развития между развитыми и развивающимися странами, устранение голода, нищеты и неграмотности.

№ п/п	Т е р м и н	Определение термина
46	**Гомеостаз(ис)** (от греч. homoios - подобный, одинаковый + stasis - неподвижность, состояние)	состояние подвижного равновесия (постоянного и устойчивого неравновесия) *гео-, экосистемы,* поддерживаемое сложными приспособительными реакциями, постоянной функциональной саморегуляцией природных систем.
47	**Гуманизм** (от лат. humanus - человеческий, человечный)	мировоззрение, проникнутое любовью к людям, уважением к человеческому достоинству, заботой о благе людей.
48	**Деструктивная функция живого вещества**	состоит в разложении, минерализации мертвого органического вещества, химическом разложении горных пород, вовлечении образовавшихся минералов в *биотический, круговорот.* Мертвое органическое вещество разлагается *редуцентами* (деструкторами) до простых неорганических соединений (углекислого газа, воды, сероводорода, метана, аммиака и т. д.), которые вновь используются в начальном звене *биотического круговорота.*
49	**Демографический взрыв**	резкое ускорение темпов роста населения. В развивающихся странах Азии, Африки и Латинской Америки в 50-60-х гг. 20 в. обусловлен снижением смертности, особенно детской, при сохранении высокой рождаемости.
50	**Детрит** (от лат. detritus - истертый)	мелкие частицы остатков организмов и их выделений.
51	**Десинхроноз**(от лат. de- — приставка, означающая удаление, и греч. synchronos — одновременный)	изменение различных физиологических и психических функций организма в результате нарушения суточных ритмов его функциональных систем.
52	**Детритофаги** (от лат. detritus - истертый + греч. phagos - пожиратель)	организмы, питающиеся *детритом.*
53	**Дигрессия** (от лат. digressio - уклонение, отступление)	ухудшение состояния экосистем (обычно говорят о дигрессии растительного покрова) под воздействием факторов среды или человеческой деятельности.
54	**Диоксин**	бесцветные кристаллы, tmi 320-325 °С. Диоксин и близкие к нему по строению соединения — источники загрязнения окружающей среды. Химически очень инертны. Побочные продукты при синтезе некоторых гербицидов, в целлюлозно-бумажной промышленности, образуются при сжигании мусора. Способны накапливаться в организме, высокотоксичны.

№№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
54	**Жизненная стратегия**	— особые приспособления, обеспечивающие организмам возможность обитать совместно с другими и занимать определенную *экологическую нишу* в соответствующем *биоцен*озе. Л. Г. Раменский различал три типа **Жизненной стратегии**: 1) *виоленты* (львы) -сильные конкуренты, способные захватывать место и удерживать его за собой благодаря энергии жизнедеятельности и полноте использования среды; 2) *патиенты* (верблюды) — виды, способные довольствоваться незначительным количеством ресурсов, устойчивые к суровым условиям среды; 3) *эксплеренты* (шакалы) - слабые конкуренты, способные временами взрывообразно повышать свое участие в ценозах на непродолжительное время.
55	**Заповедник**	участок земли либо водного пространства, в пределах которого весь природный комплекс полностью и навечно изъят из хозяйственного использования и находится под охраной государства. В Российской Федерации (на 1994) ок. 90 заповедников и заповедно-охотничьих хозяйств. В заповеднике запрещается всякая деятельность, нарушающая природные комплексы.
56	**Иерархические уровни геохор (биохор)**	- расположение в порядке от высшего к низшему. Различают 5 основных И. у. *геохор* и *биохор:* - гигахоры - главнейшие элементы биосферы и географической оболочки: океаны и материки, биоклиматические пояса и биогеографические царства; - мегахоры - единицы природно-хозяйственного и биогеографического (фитогеографического) районирования; - макрохоры - территория конкретных ландшафтов; - микрохоры и мезохоры - морфологические единицы ландшафта, входящие в их состав *биогеоценозы.*
57	**Изменчивость**	разнообразие признаков и свойств у особей и групп особей любой степени родства. Различают изменчивость: наследственную и ненаследственную; индивидуальную и групповую, качественную и количественную, направленную и ненаправленную. Наследственная изменчивость обусловлена возникновением мутаций, ненаследственная — воздействием факторов внешней среды (см. Модификации, Морфозы, Фенокопия).
58.	**Историческая экология**	занимается изменениями, связанными с развитием цивилизации и технологии, с их возрастающим влиянием на природу

№ № п/п	Т е р м и н	Определение термина
59	**Коадаптация** (от лат. со - совместно + *адаптация)*	взаимное приспособление в ходе эволюции (например, насекомых к опылению растений и растений к опылению насекомыми).
60	**Консорция** (от лат. consortio)	выступающая как единое целое совокупность разнородных организмов, связанных между собой и зависящих от центрального члена или ядра сообщества - *консоргента.* Например, сосна с ее микоризными грибками, с эпифитными мхами и лишайниками на стволах и ветвях, с паразитическими грибками в разных тканях, со всем множеством населяющих ее членистоногих.
61	**Консументы** (от лат. consume - потребляю)	- организмы, потребляющие органическое вещество: растительноядные и хищные животные. Различают К. разных порядков: первый порядок образуют растительноядные животные, второй - плотоядные животные (хищники), питающиеся К. первого порядка, третий - хищники, питающиеся хищниками, и т.д. Число порядков К. в *экосистеме* ограничено *правилом 10 % (Линдемана),* обычно оно не превышает 3-4.
62	**Криофиты** (от греч. kryos - холод, мороз, лед + phyton - растение)	растения холодных и сухих *местообитаний.*
63	**Ксерофиты** (от греч. xeros - сухой + phyton - растение)	растения, обитающие в условиях постоянного или сезонного дефицита влаги и выработавшие различные приспособления для поддержания своего водного баланса.
64	**Ландшафтная экология**	- наука, лежащая на рубеже географии (ландшафтоведения) и биологии (экологии), изучает *природно-территориальные комплексы* с экологической точки зрения как *биотопы, экотопы* или *местообитания,* занятые определенными *биоценозами.*
65	**Литофиты** (от греч. lithos - камень + phyton - растение)	растения каменистых *местообитании.*
66	**Макротермы** (от греч. makros - большой, длинный + therme - тепло)	теплолюбивые организмы.
67	**Медицинская география**	область медицины и географии, изучающая природные и социально-экономические особенности различных территорий с целью выявления их влияния на состояние здоровья населения, возникновение и распространение отдельных заболеваний человека.

№№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
68	**Мезогалофиты** (от греч. mesos – средний + phyton - растение)	растения, обитающие в условиях среднего засоления почвогрунтов.
69	**Мезотермы** (от греч. mesos - средний, промежуточный + therme - тепло)	организмы, предпочитающие умеренные температуры.
70	**Мезотрофы** (от греч. mesos - средний, промежуточный + trophe - пища, питание)	растения, умеренно требовательные к наличию в почве питательных веществ.
71	**Мезофиты** (от греч. mesos - средний, промежуточный + phyton - растение)	растения, обитающие в условиях устойчивого, но не избыточного увлажнения; занимают промежуточное положение между *ксерофитами* и *гигрофитами.*
72	**Местообитание**	пространственно ограниченная часть суши или водоема с однородными экологическими условиями, занятая одним *биоценозом, микроценозом* или *популяцией* определенного вида.
73	**Микротермы** (от греч. mikros - малый + therme - тепло)	холодолюбивые организмы.
74	**Микроценоз** (от греч. mikros - малый + koinos - общий)	небольшое сообщество в пределах одного *биоценоза.* М. возникают под влиянием *экотопогенных, антропогенных, фитогенных* и др. факторов. М. - составной элемент *мозаичности или комплексной, растительности.*
75	**Модификация** (от позднелат. modificatio — изменение),	видоизменение, преобразование чего-либо, характеризующееся появлением новых свойств.
76	**Мониторинг** (от лат. monitor - напоминающий, надзирающий)	наблюдение и контроль за изменениями состояния окружающей среды под влиянием человеческой деятельности, предупреждение о явлениях, неблагоприятных для жизни, здоровья и производственной деятельности людей.
77	**Мутации** (от лат. mutatio — изменение, перемена)	возникающие естественно или вызываемые искусственно изменения наследственных свойств организма в результате перестроек и нарушений в генетическом материале организма — хромосомах и генах.
78	**Мутагенез** (от мутации и ...генез)	процесс возникновения в организме наследственных изменений — мутаций. Основа мутагенеза — изменения в молекулах нуклеиновых кислот, хранящих и передающих наследственную информацию.

№№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
79	**Наследственность**	свойство организмов повторять в ряду поколений сходные типы обмена веществ и индивидуального развития в целом. Обеспечивается самовоспроизведением материальных единиц наследственности — генов, локализованных в специфических структурах ядра клетки (хромосомах) и цитоплазмы. Вместе с изменчивостью наследственность обеспечивает постоянство и многообразие форм жизни и лежит в основе эволюции живой природы.
80	**Нектон** (от греч. nektos - плавающий)	организмы, обитающие и свободно плавающие в водной толще: рыбы, млекопитающие, моллюски (кальмары) и др.
81	**Неоантропы** (от нео... и греч. anthropos — человек)	название ископаемых (кроманьонцы) и ныне живущих людей современного типа.
82	**Ноосфера (сфера разума)** (от греч. noos - разум + sphaira -шар)	гипотетическая стадия развития *биосферы,* когда разумная деятельность людей станет главным определяющим фактором ее *устойчивого развития.*
83	**Нервная система**	совокупность образований (рецепторы, нервы, ганглии, мозг) у животных и человека.
84	**Норма реакции**	это предсказуемое изменение состояния системы при определенном уровне воздействия.
85	**Обмен веществ** (метаболизм)	совокупность всех химических изменений и всех видов превращений веществ и энергии в организмах, обеспечивающих развитие, жизнедеятельность и самовоспроизведение организмов, их связь с окружающей средой и адаптацию к изменениям внешних условий. Основу обмена веществ составляют процессы анаболизма и катаболизма, направленные на непрерывное обновление живого материала и обеспечение его необходимой энергией. Анаболические и катаболические процессы осуществляются путем последовательных химических реакций с участием ферментов. Для каждого вида организмов характерен особый, генетически закрепленный тип обмена веществ, зависящий от условий его существования. Интенсивность и направленность обмена веществ в клетке обеспечивается путем сложной регуляции синтеза и активности ферментов. В организме человека и животных имеет место гормональная регуляция обмена веществ, координируемая центральной нервной системой.
86	**Озоновый экран**	слой атмосферы с наибольшей концентрацией молекул озона Оз на высоте около 20-25 км, поглощающий жесткое ультрафиолетовое излучение, гибельное для организмов. Разрушение О. э. в результате антропогенного загрязнения атмосферы таит угрозу всему живому и прежде всего человеку.

№№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
87	**Окружающая среда**	- среда обитания и производственной деятельности человека, включающая *абиотические, биотические* и социально-экономические факторы. Складывается из *природной, среды* и *социосферы.*
88	**Олиготрофы** (от греч. oligos - немногий + trophe - пища, питание)	растения, обитающие на малоплодородных почвах.
89	**Опустынивание**	опустошение *(детериорация)* земель, характерное для *аридных ландшафтов,* деградация, снижение биологической продуктивности экосистем.
90	**Палеоантропы** (от палео... и греч. antropos — человек)	ископаемые люди периода палеолита (питекантропы, неандертальцы и др.).
91	**Парниковый эффект**	- разогрев приземного слоя атмосферы, вызванный поглощением длинноволнового (теплового) излучения земной поверхности. Главной причиной этого процесса является обогащение атмосферы газами, поглощающими тепловое излучение. Наиболее важную роль здесь играет повышение содержания углекислого газа (CO_2) в атмосфере.
92	**Патология** (от греч. pathos — страдание, болезнь и ...логия),	область теоретической и клинической медицины, изучающая патологические процессы (общая патология) и отдельные заболевания (частная патология); включает патологическую анатомию, патологическую физиологию и т. д. Патологией называется также любое отклонение от нормы.
93	**Пирамида биомасс**	- графическое изображение соотношения между *продуцентами* и *консументами* разных порядков, выраженное в единицах биомассы. См. *Пирамида экологическая. Правило 10 %.*
94	**Пирамида чисел**	- графическое изображение соотношения между *продуцентами,* и *консументами* разных порядков, выраженное в единицах числа особей. См. *Пирамида экологическая. Правило 10 %.*
95	**Пирамида экологическая**	графическое изображение соотношения между *продуцентами* и *консументами* разных порядков, выраженное в единицах биомассы *(пирамида биомасс),* числа особей *(пирамида чисел)* или заключенной в массе живого вещества энергии *(пирамида энергий).* Ñì. *Правило 10* %.
96	**Пирамида энергии**	графическое изображение соотношения между *продуцентами* и *консументами* разных порядков, выраженное в единицах заключенной в массе живого вещества энергии. Ñì. *Пирамида экологическая. Правило 10 %.*
97	**Пищевая (трофическая) сеть**	сплетение *пищевых (трофических) цепей,* в сложном сообществе.

№№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
98	**Пищевая (трофическая) цепь**	цепь питания; взаимоотношения между организмами при переносе энергии пищи от ее источника - зеленого растения *(продуцента)* через ряд организмов *(консументов),* поедающих готовое органическое вещество.
99	**Планктон** (от греч. planktos - блуждающий)	организмы, обитающие в водной толще, не способные к активному плаванию.
100	**Плотность популяции**	число особей одного вида, приходящееся на единицу площади или объема.
101	**Пол**	совокупность генетических и морфо - физиологических особенностей, обеспечивающих половое размножение организмов. Мужской или женский пол организма детерминирован генетически — специальными половыми хромосомами.
102	**Половые хромосомы**	хромосомы раздельнополых организмов, в которых расположены гены, определяющие пол и сцепленные с полом признаки организма. В хромосомном наборе клеток млекопитающих и человека особи женского пола имеют две одинаковые (тип XX), а мужского пола — неодинаковые (тип XY; X-хромосома более крупная) половые хромосомы. У бабочек, птиц и земноводных — обратное соотношение.
103.	**Популяционная экология**	занимается аутэкологическими проблемами
104	**Популяция** (от лат. populus - народ, население)	группа особей одного вида, занимающая определенное пространство и обычно в той или иной степени изолированная от других сходных групп.
105	**Потенциал** (от лат. potentia — сила)	источники, возможности, средства, запасы, которые могут быть использованы для решения какой-либо задачи, достижения определенной цели; возможности отдельного лица, общества, государства в определенной области (напр., экономический потенциал).
106	**Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ (ПДК)**	максимальная концентрация загрязняющих веществ, не влияющая негативно на здоровье людей настоящего и последующих поколений при воздействии на организм человека в течение всей его жизни.
107	**Предельно допустимые выбросы (ПДВ)**	максимальный объем веществ в единицу времени, который не ведет к превышению их ПДК.
108	**Природная среда**	совокупность *абиотических* и *биотических* факторов, естественных и измененных в результате деятельности человека. Отличается от *окружающей среды,* включающей *социосферу,* свойством самоподдержания и саморегуляции без вмешательства человека.

№№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
109	**Природно-территориальный комплекс (ПТК)**	- исторически сложившаяся и пространственно обособившаяся единая система, образованная множеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов атмосферы, гидросферы, литосферы и биосферы.
110	**Продуценты** (от лат. producens - производящий, создающий)	зеленые растения, осуществляющие фотосинтез, и бактерии, способные к хемосинтезу. П. создают (продуцируют) первичное органическое вещество.
111	**Производная растительность**	растительные сообщества, формирующиеся на месте *коренной растительности,* подверженной антропогенному воздействию. См. *Длительно-производные и Кратковременно-производные сообщества.*
112	**Псаммофиты** (от греч. peammoe - песок + phiton - растение)	растения, имеющие специальные приспособления для жизни на подвижных песках.
113	**Психрофиты** (от греч. psychros - холодный + phyton - растение)	растения холодных и влажных *местообитаний.*
114	**Расы** (франц., ед. ч. race)	подразделения вида человек разумный (homo sapiens), представленного современным человечеством. Расы человека характеризуются общими наследственными физическими особенностями, связанными с единством происхождения (моногенизм) и определенной областью распространения. Наиболее отчетливо выделяются три основные группы рас — негроидная, европеоидная и монголоидная, которые принято называть большими расами. Признаки отличия рас (цвет кожи, глаз, волос, форма черепа, длина тела и т. д.) имеют второстепенное значение, все расы обладают равными биологическими возможностями для достижения высокого уровня цивилизации, роста населения в развивающихся странах.
115	**Редуценты (деструкторы)** (от лат. Reducens)	- возвращающий, восстанавливающий) - организмы, разлагающие мертвое органическое вещество до минерального, - это в основном бактерии, грибы и простейшие животные.
116	**Рефлексы** (от лат. reflexus — повернутый назад, отраженный)	реакции организма на раздражения рецепторов. Возникшее возбуждение передается в центральную нервную систему, которая отвечает на него также возбуждением; последнее по эфферентным (двигательным, секреторным и др.) нервам передается к различным органам (мышцам, железам и др.). В 1863 И. М. Сеченов высказал мысль, что «все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы». Врожденные рефлексы Павлов назвал безусловными, а вырабатываемые в течение жизни — условными.

№№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
117	**Рефлекторная дуга** (нервная дуга)	совокупность нервных образований, участвующих в рефлексе. Включает рецепторы, центростремительные (афферентные) волокна, нервный центр, центробежные (эфферентные) волокна, исполнительный орган (мышца, железа и др.).
118	**Сапрофаги** (от греч. saproa - гнилой + phagos - пожиратель)	животные-санитары, питающиеся трупами других животных, гниющими остатками, навозом.
119	**Синморфологические единицы сообщества** (от греч. syn - вместе + morphS - вид, форма)	структурные элементы сообщества (на суше обычно *растительного сообщества)* - *ярусность* и *мозаичность.*
120	**Синузия** (от греч. synusia - совместное пребывание, сообщество)	структурная часть сообщества *(ценоэлемент),* образованная одной или несколькими близкими жизненными формами организмов (на суше обычно растений). Это группы видов, подчас далеких в систематическом отношении, но сходных по внешнему виду, экологии и ритмам развития. Например, в таежном лесу выделяются С. деревьев, кустарничков и трав, мхов и лишайников. Кроме пространственных выделяются еще сезонные С. - группы видов, развивающиеся на одной территории в разные времена года, например С. эфемеров.
121	**Синэкология** (от греч. syn - вместе + *экология)*	раздел *экологии,* исследующий взаимоотношения сообществ *(биоценозов)* со средой обитания.
122	**Сообщество**	группа организмов различных видов, сосуществующих в одном и том же местообитании или на одной площади и взаимодействующих посредством трофических и пространственных связей
123	**Соматическая нервная система**(от греч. soma — тело)	часть нервной системы животных и человека, представляющая собой совокупность афферентных (чувствительных) и эфферентных (двигательных) нервных волокон, иннервирующих мышцы (у позвоночных — скелетные), кожу, суставы.
124	**Социосфера** (от лат. societas - общество + греч. sphaira - шар)	часть географической оболочки, входящая в нее наряду со сферой природных ландшафтов; включает в свой состав человеческое общество, выступающее в качестве мощной производительной силы, преобразующей естественные ландшафты.
125	**Социоэкология (социальная экология)** (от лат. societas - общество + *экология)*	наука, изучающая взаимоотношения в системе общество - природа, влияние *окружающей среды* на общество. См. *Экология человека.*
126	**Среда обитания**	часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует.

№№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
127	**Средообразующая функция живого вещества**	состоит в трансформации физико-химических параметров среды (литосферы, гидросферы, атмосферы) в условия, благоприятные для существования организмов. С. ф. является совместным результатом действия *функций живого вещества.*
128	**Стресс** (стресс-реакция) (англ. stress — напряжение)	особое состояние организма человека и млекопитающих, возникающее в ответ на сильный внешний раздражитель. В русском языке термин «стресс» употребляется также для обозначения и самого раздражителя — физического, химического, биологического, психического, а также их комбинаций (синонимы: стрессор, стресс-фактор, стресс-стимул, стресс-воздействие).
129	**Сукцессия** (от лат. successio - преемственность)	последовательная смена одних сообществ (организмов) другими. Восстановительные С. ведут к восстановлению *коренной растительности;* дигрессионные - к деградации растительного покрова.
130	**Сукцессия антропогенная**	возникает в результате хозяйственной деятельности человека.
131	**Сукцессия сингенетическая** (от греч. syn - вместе + genesis происхождение)	связана с развитием самого растительного покрова
132	**Сукцессия экзогенетическая** (от греч. exo - снаружи, вне)	вызвана воздействием внешних факторов.
133	**Сукцессия эндоэкогенетическая** (от греч. endon - внутри + *эко)*	связана с изменением внутренней среды *биогеоценоза.*
134	**Сциофиты** (от греч. skia - тень + phyton - растение)	тенелюбивые растения, хорошо переносящие затенение.
135	**Тератогенное действие**	повреждающее зародыш действие некоторых химических веществ.
136	**Техносфера**	часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в инженерно-технические сооружения: города, заводы и фабрики, карьеры и шахты, дороги, плотины и водохранилища и т. п.
137	**Толерантность** (от лат. tolerantia - терпение)	терпимость, способность организма переносить неблагоприятное воздействие какого-либо экологического фактора. См. Закон *толерантности (Шелфорда).*
138	**Трофический** (от греч. trophe - пища, питание)	относящийся к питанию. См. *Пищевая (трофическая) цепь, сеть.*

№№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
139	**Фенотип** (от греч. фен и тип)	в биологии — совокупность всех признаков и свойств организма, сформировавшихся в процессе его индивидуального развития. Складывается в результате взаимодействия наследственных свойств организма — генотипа и условий среды обитания.
140	**Ферменты** (от лат. fermentum — закваска) (энзимы)	биологические катализаторы, присутствующие во всех живых клетках. Осуществляют превращения веществ в организме, направляя и регулируя его обмен веществ. По химической природе — белки. Ферменты обладают оптимальной активностью при определенном pH, наличии необходимых коферментов и кофакторов, отсутствии ингибиторов. Каждый вид ферментов катализирует превращение определенных веществ (субстратов). Все ферменты подразделяются на 6 классов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы и лигазы. Многие ферменты выделены из живых клеток и получены в кристаллическом виде .
141	**Фитофаги** (от греч. phiton - растение + phagos - пожиратель)	животные, питающиеся растениями.
142	**Фитоценоз (растительное сообщество)**	(от греч. phyton - растение + koinos - общий) - совокупность растений, обитающих на однородном участке земной поверхности *(экотопе),* с только им свойственными взаимоотношениями как между собой, так и с условиями *местообитания.*
143	**Фотосинтез** (от греч. phos - свет + synthesis - соединение)	синтез органических веществ *продуцентами* с помощью световой энергии.
144	**Функции живого вещества**	- см. Энергетическая, Деструктивная, Концентрационная и Средообразующая функции.
1 145	**Хорология** (от греч. choros - место + logos - слово, учение)	наука о пространственных географических закономерностях.
146	**Ценоэлемент сообщества** (от греч. kainos - новый + лат. elementum - стихия, первоначальное вещество)	общий термин для обозначения элементов структуры растительных сообществ: пространственно ограниченные участки *фитоценоза,* различающиеся по составу и внешнему виду. Описание Ц. с. предполагает выделение *синморфологических* и *синэкологических* единиц.
147	**Цитогенетика** (от цито... и генетика)	раздел генетики, изучающий закономерности наследственности и изменчивости на уровне клетки и субклеточных структур (хромосом).
148	**Шкала pH**	выражает концентрацию водородных ионов, или кислотность среды - почвы, водоемов. Она идет от 0 (крайне высокая кислотность) через 7 (нейтральная среда) до 14 (крайне сильная щелочность). Для организмов благоприятна нейтральная среда.

№№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
149	**Эволюционная экология**	реконструирует экосистемы прошлого, используя как палеонтологические данные, так и сведения о современных экосистемах.
150	**Экологическая ниша**	место вида в природе, включающее не только его положение в пространстве, но и функциональную роль в сообществе, например место в *пищевой (трофической.) цепи.* Как правило, Э. н. изучаются на уровне наиболее дробных подразделений *биосферы,* например, в *биогеоценозах.*
151	**Экологическая этика**	междисциплинарная область исследований, возникшая вследствие воздействия научно-технического прогресса на *окружающую среду* и имеющая предметом ценностные, этические проблемы взаимоотношений человека и природы.
152	**Экологические факторы**	условия среды, движущая сила жизнедеятельности организмов, на которые живое реагирует приспособительными реакциями. Различают Э. ф. *абиотические* и *биотические.*
153	**Экологические факторы абиотические**	неживые компоненты экосистемы: климатические (свет, тепло, влага), эдафические (плодородие, минерализация) и т.п.
154	**Экологические факторы биотические**	отношения организмов между собой.
155	**Экологический крест (В. Н. Сукачева)**	система координат, центр которой занимают "средние" условия существования и типичные для них растительные сообщества. Направление осей указывает изменение того или иного *экологического фактора* и связанное с ним экологическое изменение растительности. Э. к. наглядно отображают экологические ареалы ассоциаций, экологическую позицию одних сообществ по отношению к другим.
156	**Экология**	наука о взаимоотношениях живых организмов друг с другом и с окружающей средой.
157	**Экология человека**	наука, рассматривающая *биосферу* как *экологическую нишу* человечества, изучающая природные, социальные и экономические условия как факторы среды обитания человека, обеспечивающие его нормальное развитие и воспроизводство.
158	**Экосистема** (от греч. oikos - дом, жилище, местопребывание + systema)	целое, составленное из частей, соединение) — комплекс, в котором между *биотическими* и *абиотическими* компонентами происходит обмен веществом, энергией, информацией. Э. - понятие безразмерное. (Также - совокупность всех организмов, составляющих биом, а также различных отношений, которые их связывают друг с другом, и их взаимодействий со средой.

№№ п/п	*Т е р м и н*	*Определение термина*
159	**Экотон** (от греч. oikos - дом, жилище, место-пребывание + tonos - напряжение)	переходная зона между двумя соседствующими *биоценозами* или *морфологическими природно-территориальными комплексами (фациями, урочищами).*
160	**Экотоп** (от греч. oikos - дом, жилище, место-пребывание + topos - место)	термин, близкий к *биотопу,* но с подчеркиванием внешних по отношению к сообществу факторов среды, не только *абиотических,* но и *биотических*. *Местообитание.*
161	**Эндобионты** (от греч. endon - внутри + bion (biontos) - живущий)	организмы, обитающие внутри тела других живых организмов.
162	**Эпибионты** (от греч. epi - на, над, сверх, при, после + bion (biontos)	живущий) - организмы, обитающие на поверхности тела других живых организмов.
163	**Эпифиты** (от греч. epi - на, над, сверх, при, после + phyton - растение)	растения, поселяющиеся на других растениях.
164	**Эугалофиты** (от греч. *ей* - хорошо, полностью + phyton - растение)	солянки, растения, обитающие на сильнозасоленных почвах.
165	**Эутрофы** (от греч. eu - хорошо, полностью + trophe - пища, питание)	организмы, требовательные к повышенному содержанию питательных веществ.
166	**Яды**	вещества растительного, животного и минерального происхождения или продукты химического синтеза (промышленные яды, пестициды), способные при воздействии на живой организм вызвать острое или хроническое отравление.
167	**Ярусность сообщества**	вертикальное (этажное) расслоение *растительного сообщества* по высоте образующих *фитоценоз* видов. Например, в лесу выделяются ярусы деревьев, кустарников, трав и т. п.
168	**Урбанизация** (от лат. Urbanus — городской)	процесс повышения роли городов в развитии общества. Главное социальное содержание урбанизации заключено в особых городских отношениях, охватывающих социально-профессиональную и демографическую структуру населения, его образ жизни, культуру, размещение производительных сил, расселение. Предпосылки урбанизации — рост в городах индустрии, развитие их культурных и политических функций, углубление территориального разделения труда.
169	**Физиология человека**	наука о жизнедеятельности и жизненных функциях живого организма

Список литературы

1. **Агаджанян Н.А., Торшин В.И.** Экология человека. М., 1994.
2. **Акимова Т.А., Хаскин В.В.** Основы экоразвития. М., 1994
3. **Алексеев В.П.** Очерки экологии человека. М., 1993.
4. **Андерсон Дж. М.** Экология и науки об окружающей среде: биосфера, экосистема,человек: Пер. с англ. - Л., 1985.
5. **Арустамов Э.А., Левакова И.В., Баркалова Н.В**. Экологические основы природопользования: Учебник. - М.: Издательский Дом «Дашков и К^0», 2004. – 320 с.
6. **Арустамов Э.А., Левакова И.В., Баркалова Н.В**. Экологические основы природопользования: Учебное пособие. - М.: Издательский Дом «Дашков и К^0», 2000. – 236 с.
7. **Белюченко И.С.** Введение в общую экологию. – Краснодар, Изд-во КГАУ, 1997. 544 с.
8. **Бигон М., Харпер Дж.,Таунсенд К.** Экология. Особи, популяции и сообщества. Пер. с англ. Т. т. 1—II,: Мир, 1989
9. **В.И. Вернадский**. Биосфера. М., Мысль, 1967.
10. **В.И. Вернадский**. Химическое строение биосферы и ее окружения. М., Наука, 1987.
11. **Воронков Н.А**. Экология общая, социальная, прикладная. – М.: Агар, 1999. – 424 с.
12. **Вронский В.А**. Прикладная экология. Ростов-на-Дону, Феникс, 1996. 510 с.
13. **Вудворд Д.** Нефть загрязняет моря. Курьер ЮНЕСКО, 1962, №9.
14. **Гиляров А.М**. Популяционная экология. М., Изд. МГУ, 1990
15. **Голодковская Г.А., Куринов М.Б**. Экологическая геология - наука об оптимальной геологический среде // Геоэкология. 1994. №2.
16. **Голубев Г.Е. Неоэкология**. М., изд. МГУ, 1999.
17. **Горелов А.А. Экология**. Курс лекций. М., Изд-во «Центр», 1998. 240 с.
18. **Горшков В.Г**. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды // Итоги науки и техники. Серия "Теоретические и общие вопросы географии". Т.7. М., 1990.
19. **Дажо Р**. Основы экологии: Пер. с фр. - М., 1975.
20. **Дедю И. И.** Экологический энциклопедический словарь. Кишинев, 1989.
21. **Дювинь П., Танг М**. Биосфера и место в ней человека. М.: Прогресс, 1968.
22. **Ерофеев Б.В.** Экологическое право России. М., 1996.
23. **Федеральный Закон Российской Федерации** "Об охране окружающей среды". Ведомости Верховного Совета РФ, N10, 2001.

24. **Зубаков В.А.** XXI век. Сценарии будущего: анализ последствий глобального экологического кризиса // Рос. экологич. газета "Зеленый мир". № 9 (215), 1996.
25. **Иванов Б. А.** Инженерная экология. Л.: Изд-во Лен. ун-та, 1989.
26. **Израэль Ю. А**. Проблемы охраны природной среды и пути их решения.— Л.:Гидрометеоиздат. 1984.
27. **Казанский Ю. А**. и др. Введение в экологию.- М., 1992, с. 284.
28. **Калмыков А.А**. Введение в экологическую психологию. Курс лекций.-М.:Изд-во МНЭПУ. 1999. – 128 с.
29. **Караваева Е. Н., Молчанова И. В**. Роль некоторых категорий почвенной влаги в вертикальном перемещении Srgo и 8гз7 в почве. // Экология. 1979, №1. С. 48—52.
30. **Константинов В.М., Челидзе Ю.Б**. Экологические основы природопользования: Учебное пособие. - М.: Мастерство, 2002. -208 с.
31. **Кормилицын В. И.** Методы защиты воздушного бассейна больших городов при выработке тепло- и электроэнергии. // Энергетика и окружающая среда. // Под ред. М. С. Васильевой, С. А. Водовоза, И. Л. Фрейдина. М.:МФГО,1977.С.23—29.
32. **Кормилицын В. И.** Основы экологии.—М.: Изд-во МЭИ. 1993.
33. **Кормилицын В. И**. Экология в нашей жизни. //Энергетик, 1991, 13 апреля.
34. **Кормилицын В. И**. Экосистемы и их компоненты. — М.: Изд-во МЖ. 1996.
35. **Кормилицын В.И., Цицкишвили М.С., Яламов Ю.И**. Основы экологии. М. Изд-во «Интерстиль», 1997 . 365 с.
36. **Лемешев М.Я**. Пока не поздно ... (размышления экономиста-эколога). М., 1991.
37. **Малофеев В.И**. Социальная экология. Учебное пособие. – М.:Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», 2002.- 260 с.
38. **Маршалова А.Е., Солодовик Д.М.** Экология и человек. М., 1992.
39. **Небел Б.** Наука об окружающей среде. Как устроен мир. М., Мир, 1993 (т.т. 1,2).
40. **Никаноров А.М., Хоружая Т.А.** Экология. – М.: Изд-во «ПРИОР», 2000. – 304 с.
41. **Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.Н.** Экология. М., изд. МАИЭ, 2000.
42. **Общая экология**: Учебник для вузов/Автор-составитель **А.С.Степановских**. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 510 с.
43. **Одум Ю.** Экология, т.т. 1-2. М., Мир, 1986
44. **Петров В.В.** Экологическое право России. М: Изд-во БЕК, 1955. 488 С.
45. **Петров К.И**. Общая экология. С-Петербург. «Химия»: 1997 . 352 с.
46. **Пехов А.П**. Биология и общая генетика. М., 1994.

47. **Пианка Э**. Эволюционная экология: Пер. с англ. - М., 1981.
48. **Плотников В. В**. На перекрестках экологии. М.: Мысль. 1985. Предельно допустимые величины содержания тяжелых металлов и других химических элементов в пищевых продуктах. М.:СЭВ, 1983.
49. **Природопользование**: Учебник. Под ред. Проф. **Арустамова**. – М.: Издательский Дом «Дашков и К^0», 2001. – 276 с.
50. **Протасов В.Ф., Молчанов А.В**. Экология, здоровье и природопользование в России. М., 1995.
51. **Протасов В.Ф., Молчанов Ф.В**. Словарь экологических терминов и понятий. М., «Финансы и статистика», 1997. 160 с.
52. **Радкевич В.А**. Экология. Минск, 1997.
53. **Раманд Ф.** Основы прикладной экологии. Пер. с франц. Л.: Гидрометеоиздат, 1981.
54. **Ревелль П., Ревелль Ч**. Среда нашего обитания. М., 1995.
55. **Реймерс Н. Ф**. Надежды на выживание человечества. Концептуальная экология. -М., 1992.
56. **Реймерс Н. Ф**. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990.
57. **Реймерс Н. Ф.** Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Россия молодая. 1994. 367 с.
58. **Реймерс Н.Ф.** Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. М., Россия молодая, 1994.
59. **Риклефс Р**. Основы общей экологии: Пер. с англ. - М., 1979.
60. **Смит Дж.,М**. Модели в экологии. М.: Мир, 1976.
61. **Сытник К. М., Брайон А. В., Гордецкий А. В**. Биосфера. Экология. Охрана природы: Справочное пособие. Киев: Наукова думка, 1987.
62. **Таранков В.И**. Экологическая роль леса. Воронеж, 1988.
63. Уголовный кодекс Российской Федерации. М., 2001.
64. **Уиттекер Р**. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980.
65. **Федоров В. Д.,Гильманов Т. Г**. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980.
66. **Чернова Н. М., Былова А. М. Экология**. - М., 1988. С. 243.
67. **Шварц С. С.** Экология - закономерности эволюции. М., 1980.
68. **Шилов И.А.** Экология. М., Высшая школа, 1998.
69. **Эйхлер В**. Яды в нашей пище. М., 1993.
70. **Экологическое право России**: Учебник / Под ред. В.Д.Ермакова, А.Я.Сухарева. М., 1997.
71. **Экология и безопасность жизнедеятельности**. (Под ред. проф. **Муравья** Л.А.) – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. 447 с.
72. **Экология человека**: Словарь-справочник / Под ред. Н.А.Агаджаняна. М., 1997.

73. **Экология.** Учебное пособие. (Под ред. проф. С.А. Боголюбова). М., Знание, 1999, 288 с.
74. **Яблоков А. В., Остроумов С. А.** Охрана живой природы. М.: Лесная промышленность, 1983.
75. **Яншин А.Л., Мелуа А.И.** Уроки экологических просчетов. - М., 1991.